

Lars Vegard som internasjonal aktør

Betydningen av Vegards utenlandsopphold for norsk og internasjonal fysikk

Thorleif Aass Kristiansen



Masteroppgave i idéhistorie

Institutt for filosofi, idé- og kunsthistorie og klassiske
språk

UNIVERSITETET I OSLO

1. juni 2011

Sammendrag

I denne oppgaven studerer jeg den norske fysikeren Lars Vegards (1880-1963) tidlige karriere ut i fra en internasjonal kontekst. Andre framstillinger av Vegard vektlegger gjerne at han står i en bestemt norsk tradisjon. Særlig knyttes han opp mot sin mer kjente forgjenger Kristian Birkeland. Vegard startet sin karriere som Birkelands assistent, var i likhet med Birkeland aktiv innen nordlysforskning og overtok professoratet som ble ledig da Birkeland døde i 1917. Det virker derfor tilsynelatende på sin plass å plassere Vegard i forlengelsen av Birkeland og trygt innenfor en norsk kontekst.

Norske vitenskapsmenn trenger imidlertid ikke nødvendigvis å bli forstått ut i fra sin norske bakgrunn og hva de utretter for vitenskap i Norge. Det kan også være interessant å studere hvordan de forholdt seg til internasjonale strømninger og hvilken status de hadde i vitenskapelige miljøer internasjonalt. Lars Vegard hadde tidlig i karrieren forskningsopphold i Cambridge, Leeds og Würzburg og jeg peker på hvilken betydning disse utenlandsoppholdene hadde for norsk og internasjonal fysikk. Dette er en ny tilnærming til norsk fysikkhistorie. Perioden jeg studerer, var en tid med store omveltninger innen internasjonal fysikk. Vegard kan kobles på flere av disse endringene, for eksempel innenfor røntgenstråling, der han var en formidler av vitenskapelig kunnskap fra et tysk til et britisk miljø.

Vegards utenlandsopphold ga ham nye impulser som han brakte hjem og brukte til å forandre hvordan fysikk ble drevet i Norge. Jeg legger spesiell vekt på at han var den som innførte metodisk og etterprøvbart eksperimentalfysikk i det norske fysikkmiljøet. Parallelt med dette var han internasjonalt orientert og var en aktiv bidragsyter til ulike grener av fysikken og deltok i vitenskapelige diskusjoner.

I arbeidet med oppgaven har jeg kommet over ubrukt kildemateriale i form av brevveksling Vegard har hatt med markante internasjonale fysikere som J. J. Thomson, William Bragg, Wilhelm Wien og Niels Bohr. Kontakten Vegard hadde med disse autoritetene artet seg på flere ulike måter. Jeg gir eksempler på denne kontakten og peker på ulike utslag av hans internasjonale tilstedeværelse.

Forord

Nå som jeg er ferdig med denne oppgaven, er det på sin plass å takke alle som har bidratt til at du faktisk kan sitte og lese den akkurat nå.

Først og fremst må jeg takke mine veiledere Espen Schaanning og Vidar Enebakk. Begge har gitt uvurdelige innspill og hjulpet meg framover i arbeidet. Espen må takkes aller mest for sin store forståelse for tidspress. Vidar vil jeg takke aller mest for at han svarte på min mail om vitenskapshistorie – ett sekund etter jeg sendte den.

Jeg er en stor takk skyldig overfor Lars Vegards familie, spesielt Jonatan, som var meget sjenerøse og lot meg få låne privat materiale etter Lars Vegard. Tusen takk også til representantene fra Fysisk institutt, Einar Sagstuen og Alv Egeland som ga meg tilgang til Vegard-materialet som finnes ved instituttet. Jeg må dessuten takke kontaktene mine ved Royal Institution, Niels Bohr-instituttet, Deutsches Museum og universitetsbiblioteket i Cambridge for å ha hjulpet meg med å spore opp Vegards korrespondanse.

Jeg vil også takke Hansteen og observatoriet-prosjektet og Center for History of Physics ved American Institute of Physics, for henholdsvis stipend, og mulighet til å legge fram deler av dette arbeidet på deres konferanse i sommer.

Ellers må jeg også takke min kjære bror Frode, pluss Karl Ingar, Kristin og Tor, for å ha orket å lese gjennom det jeg har skrevet underveis og for å ha fjernet det verste sludderet. En spesiell takk til Karl Ingar for et motiverende veddemål. Dessuten må Alex takkes for sin innsikt i tysk setningsoppbygning, Eirik og Fredrik for sine fine avsporinger, Vilde for sin milde bebreidelse og Eline og Magnus for sitt fokus på alt som er viktig her i verden.

Jeg vil også rette en stor takk til peisestuegjengen for å fylle tilværelsen med innhold. Og sist men ikke minst vil jeg takke alle musikantene i det fantastiske Blindern Haarn og Blaese Orchaester.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
1.1	Tema	1
1.2	Problemstilling.....	5
1.3	Teori og tilnærming	7
2	Historisk bakgrunn	11
2.1	Fysikk ved Det Kongelige Frederiks Universitet	11
2.2	Birkeland-Bjerknes-tradisjonen.....	14
2.3	Kristian Birkeland.....	16
2.4	Vilhelm Bjerknes	18
2.5	Lars Vegards oppvekst, skolegang og studietid	21
2.6	Birkelands assistent	24
2.7	Osmoseartiklene – Vegards første selvstendige forskning.....	28
2.8	Vegard på terskelen av en karriere	30
3	Vegard i Cambridge	31
3.1	Cavendish-laboratoriet.....	31
3.2	Vegards opphold.....	31
3.3	Vitenskapelig produksjon	35
3.4	Faglig utbytte	38
4	Vegard i Leeds	41
4.1	William Bragg	41
4.2	Vegards opphold og vitenskapelige produksjon.....	43
4.3	Personlig utbytte	48
5	Intermesso i Norge	50
5.1	Amanuensisstillingen.....	50
5.2	Brevet til Thomson	52
5.3	Vegard endrer eksperimentalfysikk i Norge.....	56
5.4	En slags dreining mot nordlys	58
5.5	Intermessoets innvirkning.....	60
6	Vegard i Würzburg.....	62
6.1	Wilhelm Wien.....	62
6.2	Vegards opphold og forskning	65

6.3	Doktorgrad og nye bidrag til nordlysforskningen	70
6.4	Wien som en nyttig kontakt.....	74
7	Vegards internasjonale status (1912-1918).....	76
7.1	Brevet til Bragg	76
7.2	Strukturforskeren	80
7.3	Internasjonal tilstedeværelse.....	84
7.4	Solvay-konferansen	86
7.5	Kontakten med Bohr.....	87
8	Avslutning	90
	Litteraturliste	93
	Vedlegg 1 Vegards brev til J. J. Thomson	98
	Vedlegg 2 Vegards brev til William Bragg.....	100
	Vedlegg 3 Wilhelm Wiens brev til Vegard.....	102

1 Innledning

Alle som har tilbrakt tid i fysikkbygningen på Blindern vet at det er kaffe- og brusautomaten som er selve hjertet på Fysisk institutt. I foajeen i vestfløyen, på Universitetet i Oslos billigste automater, kan studenter og professorer få sin sårt tiltrengte dose sukker eller koffein før de hiver seg over jakten på materiens indre mekanismer. Dersom de velger å innta hjerneføden umiddelbart kan de, lett henslengt på en sofa, betrakte tre byster av store menn fra instituttets historie. Den ene bysten er naturligvis av Kristian Birkeland – mannen på 200-lappen – entreprenøren og nordlyspioneren. Sem Sælands hode er også i rommet. Institusjonsbyggeren Sæland var den første rektor ved Norges tekniske høgskole og ble hentet til Oslo for å sikre utbyggingen av fysisk institutt, som ligger i nettopp Sem Sælands vei. Men der Birkeland og Sælands hoder er i tilnærmet naturtro størrelse, skiller den siste bysten seg ut som betraktelig større. Den ruver. Hodet er dobbelt så stort som de andre to. Hvorfor det? Hvem forestiller bysten? Når man går helt inntil den ser man at det står ”Professor i fysikk Lars Vegard 1880-1963”. Dette må ha vært en betydelig mann. I kraft av sin hodeform stiller han Birkeland og Sæland fullstendig i skyggen.

1.1 Tema

Denne mannen med det digre hodet og et fornavn til etternavn ble født 3. februar 1880, døde 21. desember 1963 og var professor i fysikk ved Universitetet i Oslo fra 1917 til 1952.¹ Fra han var uteksaminert cand. real i 1905 til han ble tildelt professoratet hadde han studieopphold i Cambridge, Leeds og Würzburg. Han er husket som en av våre fremste nordlysforskere og har blitt omtalt som Blinderns far, fordi han tok initiativet til å flytte universitetet nettopp dit. Hans vitenskapelige produksjon var meget omfattende, de samlede publikasjoner etter ham består av om lag 180 artikler. I 1924 skrev han om seg selv: ”Mine arbeider er behandlet og omtalt i alle større fysikalske tidsskrifter omkring i verden.”²

Til tross for sitt framtrekkende hode i fysikkbygningens foajé er ikke Lars Vegard spesielt kjent utenfor det norske fysikkmiljøet, og det er snarere han som befinner seg i skyggen av den mye mer omtalte og bejublete Kristian Birkeland. I så godt som all oversiktsliteratur om norsk fysikk spiller Vegard en birolle som en av de mange dyktige assistentene til Birkeland.

¹ Universitetet i Oslo het Det Kongelige Frederiks Universitet fra 1811 til 1939.

² *Studentene fra 1899: biografiske opplysninger samlet til 25-aars-jubilæum*, (Kristiania: Grøndahl & Sønns Boktrykkeri, 1924), 335.

Et eksempel på dette er Olaf Deviks *Blant fiskere, forskere og andre folk* – den beste nærschildringen av det norske fysikkmiljøet – skrevet av en mann som selv tilhørte Birkelands nærmeste krets.³ Vegard får ingen nevneverdig plass her. Et annet viktig oversiktsverk er biografien *Kristian Birkeland. The First Space Scientist*, som naturlig nok legger hovedtyngden på Birkeland som person og forsker.⁴ I og med at boka samtidig streifer innom en rekke aspekter ved miljøet omkring den store professor, er det imidlertid interessant å betrakte hvordan Lars Vegard blir skildret. Han blir omtalt som en nyttig assistent som senere begynte med selvstendig nordlysforskning. I tillegg var han mannen som tok over Birkelands stilling som professor i 1918. Et hovedpoeng i boka er at Birkelands suksess best kan forstås ved å studere de mange sentrale posisjonene assistentene hans etter hvert havnet i. Miljøet Birkeland skapte ga god grobunn for vitenskapelig produksjon og akademiske karrierer. Lars Vegard blir ansett for å være en representant for denne vekstkulturen. Med andre ord blir han framstilt som et produkt av et miljø og som en etterfølger, ikke som en selvstendig forsker.

I jubileumsverkene utgitt i forbindelse med Universitetet i Oslos 100- og 150-årsmarkeringer trekkes allsidigheten til Vegard fram. Men også her plasseres han i en norsk tradisjon som overskrider ham selv. Dette kommer aller mest tydelig fram i boka fra 150-årsjubileet i 1961. Passasjene om fysikk legger vekt på kontinuitet, og virksomheten ved Fysisk institutt presenteres som et sammenhengende forløp. Aktørene skiftes ut, men alltid med glidende overganger. Om Vegard heter det for eksempel at han fulgte i Birkelands spor, at han etterfulgte Sæland som amanuensis og at hans medarbeidere har vært så tallrike at vi ikke kan nevne dem alle.⁵ Takket være sine vel 40 år i fast stilling ved universitetet er Vegard en tradisjonsbærer. Det blir ikke engang nevnt at han har hatt opphold i utlandet. 100-årsjubileumsverket er skrevet i 1911, da Vegard var nyansatt amanuensis ved universitetet. I denne boka får han et lite avsnitt der det blir redegjort for hans karriereforløp og hans viktigste publikasjoner. I tillegg blir det vektlagt at han en tid virket som Birkelands assistent.⁶

Et forfriskende unntak i måten å framstille Lars Vegard på, er boka *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren* fra 2008, utgitt av Alv Egeland, Bjørn Pedersen og Johs G. Torstveit.

³ Olaf Devik, *Blant fiskere, forskere og andre folk* (Oslo: H. Aschehoug & Co, 1971).

⁴ Alv Egeland og William J. Burke, *Kristian Birkeland: The First Space Scientist* (Dordrecht: Springer, 2005).

⁵ Aadne Ore og Ove Aarboe Hoeg, "Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet," i *Universitetet i Oslo 1811-1961* (Oslo: Universitetsforlaget, 1961), 513, 517-518.

⁶ Daniel Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien," i *Det Kongelige Fredriks universitet 1811-1911: festskrift*, red. Gerhard Gran (Kristiania: Aschehoug, 1911), 499.

Boka springer ut av et ønske om å løfte Lars Vegard fram fra glemselen, og Vegard blir omtalt som en av de ”ukjente kjente”. Forfatterne formulerer to mål med verket. De ønsker å 1. ”på en populær måte omtale vitenskapsmannen og universitetslæreren Vegards livsløp til beste for norsk vitenskap.” og 2. ”kort omtale mennesket Lars Vegard, hans barndom, oppvekst og tilknytning til heimbygda.”⁷ Vitenskapsmannen Vegard skal ikke bare anses som en av Kristian Birkelands assistenter, men en som samtidig står på sine egne bein som forsker. Boka får i tillegg fram detaljrike skildringer av Vegards oppvekst og privatliv. Det gis også plass til Vegards allsidighet som fysiker, gjennom et kapittel om strukturforskning i Vegards tid, med utgangspunkt i hans rolle som formidler av denne kunnskapen til det norske vitenskapsmiljøet. Til slutt tar de med Vegards institusjonelle betydning, hans viktige rolle for fysikkmiljøet, for fysisk institutt og for universitetet. Aller mest sentralt står imidlertid Vegards betydning for norsk nordlysforskning, feltet han i dag huskes best for. Et tema boka derimot skildrer nokså knapt, er Vegards utenlandsopphold. Betydningen av disse for hans egen utvikling og for det norske fysikkmiljøet blir ikke behandlet i særlig grad. De ulike forfatterne av boka gjør sjelden forsøk på å forstå Vegards bedrifter ut i fra andre vitenskapelige tradisjoner enn den norske, selv om dette uansett neppe var en ambisjon med verket. Lars Vegard forblir en representant for noe særskilt norsk.

Det er viktig å understreke at Lars Vegard tilhørte en norsk fagtradisjon. Hans aller mest berømte forskning er for eksempel innenfor analyse av nordlysets fargespektrum. Dette arbeidet han med gjennom store deler av sin karriere. Nordlys slik det observeres fra bakken har som oftest et dominerende grønnskjær. Vegard fikk stor oppmerksomhet knyttet til hypotesen sin om den grønne linjen i nordlysspekteret. Her var han innblandet i en disputt der han endte opp på den tapende siden. Vegard hevdet at den grønne linjen skyldes frosne nitrogenpartikler, men det viste seg at kanadiere John McLellans (1867-1935) teori om at den kommer fra helium og oksygen, var riktig. Vegard-resepsjonen er ofte opptatt av Vegards feilslutning på dette punktet. Helge Kraghs artikkel ”The Spectrum of the Aurora Borealis: From Enigma to Laboratory Science” fra 2009 tar for seg nettopp den omfattende prosessen for å forklare det karakteristiske grønnskjæret og dermed Vegards viktige bidrag.

I tillegg til sin posisjon innenfor norsk fysikkhistorie er Lars Vegard blitt plassert i det norske idéhistoriefaget. Idehistorikeren og vitenskapshistorikeren Per Strømholm trekker i sin *Norsk*

⁷ Alv Egeland, Bjørn Pedersen og Johs. G. Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren* (Tvedestrand: Bokbyen Forlag AS, 2008).

vitenskapshistorie – en bibliografi for naturvitenskap fra 1975 fram Vegard blant de mange norske naturvitenskapsmenn det knytter seg historisk interesse til, men som det på det tidspunktet dessverre ikke forelå biografi om. Strømholms bibliografi gir oversikt over brorparten av det biografiske materiale som fantes om Vegard i 1975.⁸ En motivasjon bak bibliografien, er at en av de viktigste oppgavene for vitenskapshistorisk forskning i Norge bør være å belyse norsk vitenskaps historie. Strømholm påpeker også at publikasjonene han refererer er dominert av personalbiografiske og internalistiske synsmåter, mens forskningssosiologiske, samfunnsøkonomiske, vitenskapsfilosofiske og idéhistoriske perspektiver sjelden blir trukket fram.⁹ Jeg ønsker å studere fysikeren Lars Vegards med en idéhistorisk tilnærming, men ønsker ikke å tviholde på en norsk kontekst.

Lars Vegard blir nevnt i to av bindene i verket *Norsk idéhistorie*, redigert av Trond Berg Eriksen og Øystein Sørensen. De respektive forfatterne har, i tillegg til nordlysforskningen, også fanget opp Vegards sentrale rolle som forskningsformidler og naturvitenskapelig autoritet i samfunnet. Liv Blikrud, Geir Hestmark og Tarald Rasmussen som har skrevet bind fire, trekker fram et utsagn han kom med i tidsskriftet *Naturen* i 1915: ”Atomernes realitet er nu fastslått”, og de poengterer at han året etter begynte å utforske atomenes ordning i mineralkrystaller ved hjelp av røntgenstråler.¹⁰ Hans Fredrik Dahl som har skrevet bind fem, nevner Vegard som en av akademikerne som tok i bruk det nye radiomediet til folkeopplysning gjennom de populære radioforedragene på 1930-tallet. Her ble refleksjoner over naturvitenskapens betydning spredt til allmennheten.¹¹ Til slutt tillegges han en rolle i brødrene Harald og Kristian Schjelderups karrierer. Den senere professor i psykologi, Harald, assisterte Vegard i arbeid med kartlegging av atomers struktur, mens Kristian tok teologisk doktorgrad om ”Religionens sandhet i lys av den relativitetsteoretiske virkelighetsopfatning”. Vegard var opposent til avhandlingen og uttalte at omtalen av Einstein var ”lettvin og til dels absurd, men det kunne jo hende at teologien var bra.”¹² Disse ulike referansene til Lars

⁸ Per Strømholm, "Norsk Vitenskapshistorie - en bibliografi for naturvitenskap," (Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 1975).

⁹ Ibid, 5.

¹⁰ Liv Blikrud, Geir Hestmark, og Tarald Rasmussen, *Vitenskapens utfordringer*, red. Trond Berg Eriksen og Øystein Sørensen, bind 4, Norsk idéhistorie (Oslo: Aschehoug, 2002), 86-87.

Lars Vegard, "Røntgenstråler og atomstruktur," *Naturen*, no. januar-februar (1915).

¹¹ Hans Fredrik Dahl, *De store ideologienes tid*, red. Trond Berg Eriksen og Øystein Sørensen, bind 5, Norsk idéhistorie (Oslo: Aschehoug, 2001), 154.

¹² Ibid, 96-97.

Blikrud, Hestmark, og Rasmussen, *Vitenskapens utfordringer*, bind 4, 342-343.

Vegard vitner om at han opparbeidet seg en posisjon i det norske åndsliv i takt med utviklingen av sin vitenskapelige karriere.

Når dette er sagt, fundamenteres ikke akkurat verket *Norsk idéhistorie* på det norske fysikkmiljøet. Det er så å si kun når Vegard har beveget seg bort fra sitt naturlige habitat at forfatterne har registrert ham. Aktører fra naturvitenskapelige miljøer blir enklere lagt merke til de gangene de ytrer seg gjennom kanaler som vanligvis er forbeholdt formidlere fra andre akademiske miljøer. Det er imidlertid umulig å komme bort fra at Lars Vegard var fysiker, og for å peke på hans bidrag til idé- og vitenskapshistorie, akter jeg blant annet å gå inn i fysikken han faktisk har drevet.

1.2 Problemstilling

Det hersker ingen tvil om at det er stort rom for nye perspektiver og innfallsvinkler til å studere Lars Vegard og hans betydning. Boka til Egeland, Pedersen og Torstveit bidrar i stor grad til å løfte Vegard ut av skyggen til Birkeland. Forfatterne påpeker at det ikke holder å begrense omtalen av Vegard til å være en av Birkelands assistenter, han var selv en sentral skikkelse innen norsk vitenskap. Flere andre studier viser da også dette. Den nevnte artikkelen til Helge Kragh er et godt eksempel og peker på Vegard som aktiv bidragsyter til det norske spesialfeltet nordlysforskning. Forfatterne bak *Norsk idéhistorie* har fanget opp professor Vegards posisjon innen norsk akademisk og offentlig. Denne utvidete plattformen gir imidlertid heller ikke nødvendigvis en fullverdig forståelse av Vegards innflytelse. Problemet slik jeg ser det, er at man har så stort behov for å plassere ham i en norsk kontekst at det nesten ikke kommer fram at Vegard var en internasjonal aktør som hadde utstrakt kontakt med utenlandske fysikkmiljøer. Det er faktisk ingen som noen gang har gjort et seriøst forsøk på å kartlegge Vegards utenlandsopphold og betydningen av disse.

Jeg vil utvide kunnskapsfeltet om Lars Vegard som selvstendig forsker og aktør. Dette mener jeg at man best oppnår ved å gjøre to grep. Det ene er å gjøre en relativt omfattende studie av det jeg kaller Lars Vegards formative fase. I begrepet formativ fase ligger hans studietid og tidlige karriere, de viktige årene der han skaffet seg nettverk og la grunnlaget for karrieren sin. Det andre grepet jeg vil gjøre henger sammen med hvilken tilnærming man anvender på Lars Vegard. Jeg ønsker å studere Vegard i internasjonal kontekst framfor i en norsk kontekst. Jeg vil altså ikke bare undersøke hvordan Vegard ble formet av det norske fysikkmiljøet på

starten av 1900-tallet, men også hvordan han ble formet av sine studieopphold utenlands, og ikke minst hvordan han brukte lærdommen han fikk ute til å omforme måten man drev fysikk i Norge. Jeg ønsker dessuten å se nærmere på Vegards internasjonale status, og hvilken innvirkning han hadde på internasjonal fysikk generelt.

På bakgrunn av premissene nevnt over, har jeg derfor formulert følgende problemstilling: *Hvilken betydning fikk Lars Vegards utenlandsopphold for norsk og internasjonal fysikk?* Til denne relativt omfangsrike spørsmålsformuleringen finnes det flere innfallsvinkler. En av dem som jeg vil ta for meg, er helt enkelt å studere hva Vegard faktisk lærte i utlandet. Lars Vegard var fysiker og jeg synes derfor det er på sin plass å i hvert fall skissere fysikken han drev med. En naturlig oppfølging til hva han lærte i utlandet, er å ta opp hvilke impulser han brakte hjem til det norske fysikkmiljøet. Jeg vil forsøke å peke på hvordan Vegard, gjennom utenlandsoppholdene, endret miljøet han selv var en del av. Vegards utenlandsopphold førte imidlertid også til at han knyttet kontakter med fysikere i flere andre miljøer. Jeg vil derfor også forsøke å si noe om hvilken status han fikk i det internasjonale fysikkmiljøet, og hvordan han opparbeidet seg den. Det er her Lars Vegard som en internasjonal aktør for alvor kommer fram. Gjennom denne problemstillingen snur jeg altså om på det vante perspektivet. Jeg ser ikke lengre materien ut i fra det nasjonale paradigmet, men studerer den i internasjonal kontekst. Dette er en helt ny tilnærming til Lars Vegard. Denne studien blir viktig, både fordi jeg trekker fram en sentral norsk vitenskapsmann i en internasjonal sammenheng, og fordi jeg benytter et nytt perspektiv innen norsk vitenskapshistorie.

For å være i stand til å bringe klarhet over Lars Vegards vitenskapelige profil, gitt disse spørsmålsformuleringene, må jeg tilnærme meg tematikken på en ny måte. Alle kjente arbeid om Vegard har derfor blitt studert inngående, det samme er gjort med hans relativt omfattende vitenskapelige produksjon fra den angitte tidsperioden. I tillegg er det en forutsetning for internasjonal kontekst som tilnærming å finne nye, ubrukte kilder som viser internasjonal oppmerksomhet rundt Vegard. Jeg har skaffet til veie korrespondanse som viser at han tidlig i sin karriere hadde kontakt med flere velansette og viktige fysikere. Store deler av dette materialet har ikke blitt gått gjennom av noen andre tidligere.

Jeg vil presisere at jeg ikke tar sikte på å skrive en fullstendig forskerbiografi om Lars Vegard. Det vil sprengte rammene for oppgaven. Som det framgår av problemstillingen er oppgaven avgrenset til å behandle Vegards kontakt med og posisjon i de utenlandske miljøene og den betydningen dette får for Vegard selv og det norske fysikkmiljøet. Det kan nok

dessuten hevdes at jeg har en tendens til å tone ned Vegards nordlysforskning til fordel for hans øvrige virksomhet. I den grad dette faktisk er tilfelle, skyldes det nettopp et ønske om å løfte fram hans internasjonale side. Nordlysforskning er på ingen måte en ren norsk vitenskap, men Vegards bidrag til dette feltet er dekket forholdsvis bra i andre verk. Når jeg med unntak av avslutningskapittelet har valgt å følge en kronologisk framstilling, er dette for å gjøre det enklest mulig for leseren å følge handlingsforløpet. Som tidligere nevnt vil jeg konsentrere meg om Vegards formative fase som jeg forstår som perioden fra ungdomsårene fram til 1918, da han ble utnevnt til professor ved Det Kongelige Frederiks Universitet.

1.3 Teori og tilnærming

Det finnes en mengde mer eller mindre definerte strømninger innen vitenskapshistorieskriving. I et arbeid som dette er det ikke nødvendigvis formålstjenlig å følge en bestemt skoleretning, men det er viktig å være seg bevisst ulike vitenskapsfilosofiske og vitenskapsteoretiske problemstillinger. Før jeg går videre i oppgaven vil jeg kort gjøre rede for noen teoretiske tilnærminger som er relevante for drøftingen, enten fordi de blir anvendt direkte eller fordi de har inspirert terminologien.

Årene Lars Vegard studerte og begynte sin karriere var en tid med store omveltninger innenfor internasjonal fysikk. Vegard virket i en periode der Albert Einsteins relativitetsteori og framveksten av kvantefysikken ga opphav til radikale endringer i hva som ble regnet som konvensjonell viten. Endringene ble senere betegnet som paradigmeskifter med påfølgende vitenskapelige revolusjoner av Thomas Kuhn i standardverket *The Structure of Scientific Revolutions*.¹³ Kuhns teorier har hatt sterk appell og enorm betydning for vitenskapshistorie, men blir sjelden anvendt direkte.¹⁴ Paradigmebegrepet er vanskelig å avgrense og framtrer til dels som forvirrende, samtidig som det i virkeligheten er vanskelig å finne gode eksempler på vitenskapelige revolusjoner som passer godt inn i Kuhns skjema. Jeg vil ikke benytte Kuhns tilnærming, men benytter likevel terminologi fra *The Structure of Scientific Revolutions* ved enkelte anledninger. Dette har først og fremst sammenheng med uttrykket normalvitenskap. Et av Lars Vegards kjennetegn i møte med nye vitenskapelige miljøer, er evnen til å tilpasse seg. Han tar del i forskningen som drives der han til enhver tid befinner seg. Vegards

¹³ Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, Third ed. (Chicago: The University of Chicago Press, 1996).

¹⁴ Se for eksempel Jan Golinski, *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*, Second ed. (Chicago: The University of Chicago Press, 2005), 13-27.

virksomhet kan dermed settes i sammenheng med elementet Kuhn kaller ”puzzle solving”. Det innebærer at forskeren, for eksempel Vegard, løser problemer innenfor rammene som allerede er lagt. Et annet relevant begrep med tilknytning til Kuhn, er uttrykket taus kunnskap (”tacit knowledge”), som Kuhn adopterte fra Michael Polanyi.¹⁵ Store deler av ferdighetene Vegard tilegner seg, er nettopp slik taus kunnskap, lært gjennom tilstedeværelse og observasjon framfor undervisning. Et fokus på taus kunnskap framfor uttalt kunnskap leder oppmerksomheten mot vitenskapelig praksis framfor teori. Jeg gir i denne oppgaven detaljerte redegjørelser for eksperimenter Vegard utfører, eksperimenter som altså er eksempler på vitenskapelig praksis.

Når det gjelder uttrykkene paradigme, paradigmeskifte og vitenskaplig revolusjon vil jeg derimot være mer tilbakeholden. Vegard kan settes i sammenheng med viktige vitenskapelige endringer uten at det blir riktig å betegne dem som revolusjonære. Det foregikk forandringer, men de var ikke så brå. Det var nok brudd, men ser du nærmere etter samtidig også kontinuitet. Jeg vil heller bruke uttrykk som tradisjoner eller stiler for å betegne rammene for kunnskapsproduksjon i miljøene som Vegard ferdes i. Jeg vil dessuten snakke om utvikling i stedet for revolusjon.

Jeg har allerede fortalt at jeg ikke ønsker å studere Lars Vegards betydning ut i fra en nasjonal kontekst. Det betyr ikke at det vil være hensiktsløst å gjøre nettopp dette. Selvfølgelig er han interessant i en norsk kontekst. Han er imidlertid også interessant i en allmenn internasjonal kontekst, og denne oppgavens hovedfokus ligger nettopp der. En tilsynelatende fruktbar vitenskapshistorisk retning som nettopp spiller på kontrasten mellom det nasjonale og det internasjonale, er hypotesen om at det eksisterer nasjonale stiler innen vitenskap. Denne hypotesen knyttes gjerne opp mot Jonathan Harwood og hans bok *Styles of Scientific Thought* fra 1993.¹⁶ Ulike politiske mål, kulturforskjeller eller nasjonale strømninger kan påvirke vitenskapelige miljøer og drive fram vitenskap på ulike måter i ulike nasjoner, hevder Harwood. Som jeg senere skal vise, var norsk fysikk på tiden Lars Vegard virket dominert av den såkalte Birkeland-Bjerknes-tradisjonen, det vil si studier av naturfenomener som for eksempel nordlys og meteorologi. Det er derfor ikke urimelig å hevde at fysikk i Norge på denne tiden foregikk på en særegen måte som skilte seg fra fysikk i andre land, i hvert fall med tanke på temavalg. I så henseende kan man kanskje snakke om at det fantes en særegen

¹⁵ Se for eksempel Michael Polanyi, *The tacit dimension* (London: Routledge & Kegan Paul, 1967).

¹⁶ Jonathan Harwood, *Styles of scientific thought: the German genetics community, 1900-1933* (Chicago: University of Chicago Press, 1993).

norsk stil innenfor fysikkvitenskapen. Dette kan være med på å forklare dynamikken som møtene med utenlandsk fysikk skapte i Vegards forskerliv. Ikke fordi han er en eksponent for den særnorske stilen (selv om han gjorde en vesentlig innsats innen nordlysforskning), men fordi den noe snevre norske tradisjonen tvinger ham til å søke ut av Norge for å få rikere impulser. Der møter han andre tradisjoner og andre nasjonale stiler og dette virker inn på utviklingen hans.

Selv om Harwoods teorier er nyttige for meg, vil jeg forholde meg selvstendig til dem og forsøke å nyansere hans tenkning. Stilhypotesen mister noe av sin relevans når vi observerer hvordan en aktør som Vegard forflytter seg mellom, og innretter seg i, vitenskapelige miljøer i ulike land. Dersom man tar utgangspunkt i tanken om nasjonale stiler, vil Vegards ballast fra det norske miljøet stadig bringe ham i konfliktsituasjoner når han møter representanter fra andre nasjoners stiler. Dette kartet stemmer ikke bestandig med terrenget. Harwoods teori vektlegger forskjellene mellom vitenskapelige miljøer. Ved å følge Vegard og hans utvikling virker ikke forskjellene så uoverkommelige for ham som Harwood kanskje skal ha det til. Møtene med andre vitenskapelige miljøer blir for Vegard tvert i mot svært gunstige. Som vi senere skal se, framstår han som en skikkelse som evner å sette seg inn i og bidra aktivt i flere forskjellige fysikkmiljøer på en gang, både i Norge, England og Tyskland.

Der Kuhns perspektiv gjennomgående er historisk, med fokus på brudd og kontinuitet, er Harwoods perspektiv i større grad sosiologisk. Tanken om ulike stiler spiller på forskjeller i vitenskapelige miljøer i ulike land. Det er imidlertid mulig å trekke den sosiologiske tankegangen videre, til at det også finnes ulike stiler mellom ulike miljøer innad i en nasjon. Vegard oppholdt seg for eksempel ved to forskjellige sentre for fysikk i England der virksomheten ble drevet på to ulike måter.

I stedet for å foreta dyptgående analyser av særtrekk ved de ulike miljøene for deretter å peke på eventuell innvirkning de kan ha hatt på Vegard, kan det være hensiktsmessig å holde fokuset på Vegard og skildre hans møte med de ulike miljøene. Et slikt aktørperspektiv kan knyttes opp mot Bruno Latours antropologiske perspektiv slik han blant annet formidler det i boka *Science in Action*.¹⁷ Latour hevder at man skal følge vitenskapsmenn der de er og beskrive akkurat den virksomheten de bedriver. Det er et mål å studere vitenskap ”in action”, det vil si vitenskapelig praksis når den faktisk blir utført og ikke når den senere er raffinert og

¹⁷ Bruno Latour, *Science in action* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987).

presenteres som resultater, vitenskapelige mønstre eller teknologi.¹⁸ Grepet Latour gjør som er interessant for denne oppgaven, er å plassere fokus på en aktør for så å følge ham rundt. Det er på mange måter det jeg har tenkt til å gjøre med framstillingen av Lars Vegards formative fase.

Et trekk ved Latours tenkning som derimot ikke passer helt overens med oppgaven er hans noe hierarkiske framstilling av hvordan kunnskapsspredning skjer innad i nettverk. Ifølge Latour er vitenskapelige miljøer spredt utover, men likevel knyttet sammen.¹⁹ Latours aktører utgjør ofte sentre i slike nettverk av forskere der det typiske er at kunnskapen formidles fra sentrum og ut i periferien. Lars Vegard fant seg til rette i flere ulike miljøer og formidlet kunnskap mellom dem. Her er det interessant å legge merke til at Lars Vegard veksler mellom å befinne seg i sentrum og periferi, og fungerer som kunnskapsbærer ikke bare fra sentrum til periferien, men også fra periferi til sentrum. Dette siste bryter altså til dels med Latours noe mer endimensjonale nettverksteori.

Den siste teorien jeg vil trekke inn elementer fra, er formulert i David N. Livingstones *Putting Science in its Place* med den illustrerende undertittelen *Geographies of Scientific Knowledge*.²⁰ Tyngden ligger her altså på det geografiske aspektet. Der Latours antropologiske tilnærming fokuserer på individer og sentrale forskningsmiljøer, dreier Livingstones tilnærming seg om mekanismer for hvordan forflytning i vitenskap foregår. Ideer og instrumenter, tekst og teorier, individer og oppfinnelser forflytter seg mellom ulike nasjoner og ulike vitenskapelige miljøer.²¹ Vitenskap spres gjennom sirkulasjon, og denne sirkulasjonen kan foregå på svært mange ulike måter. I denne oppgaven vil jeg fokusere på at sirkulasjonen foregår gjennom Lars Vegards vitenskapelige reiser og internasjonale orientering. Oppgaven spinner rundt Lars Vegards utenlandsopphold og betydningen disse fikk for fysikk i Norge og internasjonalt. Vegard er en aktiv, tilstedeværende aktør, og dette vil jeg speile gjennom min tilnærming til materien. Jeg synes det derfor gir mening å følge ham relativt tett. Gjennom fokuset på ham skildrer jeg hvordan han gir seg i møte med nye miljøer, tilegner seg kunnskap, formidler kunnskap og skaper relasjoner.

¹⁸ Ibid, 258.

¹⁹ Ibid, 180.

²⁰ David N. Livingstone, *Putting Science in its Place: Geographies of Scientific Knowledge* (Chicago: University of Chicago press, 2003).

²¹ Ibid, 138.

2 Historisk bakgrunn

For å gi et mest mulig fullstendig bilde av Lars Vegards rolle som fysiker, er det viktig å gripe fatt i hva denne rollen innebar – i Norge og i verden – på den tiden karrieren hans ble formet. Jeg må historisere fysikkfaget, med andre ord forsøke å forklare hva de som kalte seg fysikere på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet påsto fysikk var for noe. I tillegg skal jeg naturligvis redegjøre for hva de gjorde. Det ligger ikke innenfor rammene av denne oppgaven å gi en dyptpløyende analyse av alle aspekter ved fysikk i Norge i denne epoken. Jeg vil imidlertid peke på noen karakteristiske trekk ved utviklingen av fysikk i det norske universitetsmiljøet. Min historiserende skildring av fysikkmiljøet i Norge sett innenfra er derfor basert på to ulike kilder: Daniel Isaachsen, som fører fysikken og meteorologiens historie i pennen i jubileumsverket for Det Kongelige Frederiks Universitets 100-årsdag i 1911, og Kristian Birkeland, som skriver kapittelet om fysikk i *Illustreret norsk litteraturhistorie* fra 1896.²²

2.1 Fysikk ved Det Kongelige Frederiks Universitet

Daniel Isaachsen tegner et nokså dystert bilde av de vitenskapelige prestasjoner i den første perioden av universitetets levetid. ”Vort land har ingen fysiker av rang, intet fysisk arbeide av større betydning at opvise før et godt stykke ind i det 19 aarhundrede”, skriver han.²³

Universitetets rolle var i all hovedsak undervisning et godt stykke opp på 1800-tallet. Selv om Isaachsen kun hadde øye for universitetet og overså at forskning kunne foregå andre steder har han utvilsomt rett i at forholdene ikke var tilrettelagt for fysikkforskning. Han skriver om hvilke vanskeligheter en tenkt foregangsmann ville møte:

Selv for en sådan mand vilde det imidlertid været uhyre vanskelig at yde noget fremragende. Han vilde været isolert i en grad, som det nu koster os en ren tankeanstrengelse at forestille os. Langsomme, besværlige og kostbare kommunikationer og daarlig postgang, ingen direkte adgang til frugtbar tankeutveksling, disse og lignende ulemper maatte gjøre sig særlig gjældende i vort land paa grund av dets beliggenhet.²⁴

²² Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien."

Kristian Birkeland, "Fysik," i *Illustreret norsk litteraturhistorie*, red. Henrik Jæger og Otto Anderssen (Kristiania: Hjalmar Biglers forlag, 1896).

²³ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 480.

²⁴ Ibid, 480.

Personene som besatte professoratet i fysikk ved Det Kongelige Frederiks Universitet de første femti år utviste ingen vitenskapelig produksjon av betydning.²⁵ Norges første fysiker av fag og profesjon var professor Jens Jakob Keyser (1780-1847), som virket som professor i fysikk og kjemi ved universitetet fra 1814 til 1847. Han tok seg av undervisningen i disse fagene til anneneksamen (examen philosophicum), bergstudiet, krigsskolen, medisinstudiet og for farmasøyter, men forsket ikke. Det gjorde heller ikke etterfølgeren Lorents Christian Langberg (1810-1857) som virket som professor fra 1851 til 1866. Han hadde et godt renommé som foreleser og drev en del med forskningsformidling gjennom tidsskriftet "Nyt Magazin for Naturvidenskaperne". I 1851 kom lov om embedseksamen for realfagslærere, noe som førte til grundigere utdanning i disse fagene. I tillegg var fysikk inntil 1877 obligatorisk fag ved anneneksamen, noe som betød at samtlige studenter måtte ha en viss undervisning i faget.

Hartvig Caspar Christie (1826-1873) var en av de første nordmenn som tok reallærereksamen. Dette gjorde han i 1855. I 1859 ble han lektor i fysikk og i 1866 professor. Christie var en aktiv samfunnsskikkelse, men heller ikke han var en fremragende forsker.²⁶ Mot slutten av 1860-tallet skal det ha vært omkring 200 studenter ved forelesningene hans. Christie skrev en lærebok i fysikk og fikk laget en katalog over instrumentsamlingen ved instituttet. Gjenstandene ble registrert i klassene "Optik", "Mechanik", "Electricitet", "Magnetisme", "Meteorologi", "Akustikk" og "Varme". Flere av instrumentene stammet opprinnelig fra eldre samlinger.²⁷

Oscar Emil Schiøtz (1846-1924) var professor i fysikk ved Universitetet i Kristiania mellom 1875 og 1916 og var således en ledende skikkelse i det norske fysikkmiljøet på Vegards tid. Ved starten av hans professorperiode var det kun en professor og en amanuensis ved universitetet, men antall ansatte økte slik at det etter hvert var to professorer, en dosent og to amanuenser.²⁸ I 1877 ble anneneksamen endret og fysikk forsvant som obligatorisk fag. Dette reduserte studentantallet på fysikkforelesninger kraftig. Schiøtz hadde vært en meget løfterik student og fikk stipend til å oppholde seg i Göttingen, Heidelberg og Berlin. Schiøtz' selvstendige vitenskapelige arbeid begrenset seg til undersøkelser av tyngdekraftens forhold i ulike deler av landet. Dette kan ikke sies å være banebrytende forskning, selv om det

²⁵ Ibid, 481.

²⁶ Ibid, 484.

²⁷ Terje Brundtland, "Instrumentsamlingen fra Det physiske Cabinet/Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, 1811-1953: Status og muligheter," (2009).

²⁸ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 15.

muligens er interessant at han hadde et så markert norsk perspektiv. Han foretok blant annet en geologisk undersøkelse med stipend fra universitetet i Østerdalen i 1870, samt at han også konstruerte en influensmaskin.²⁹ Olaf Devik, som studerte få år etter Lars Vegard, beskriver at instituttet var godt utstyrt når det gjaldt tyngdemåling som var en av Schiøtz' spesialiteter. Ellers fantes det lite eksperimentelt utstyr utenom det som ble brukt i undervisningen.

Kristian Birkeland har en mer positiv innledning av sin framstilling enn Isaachsen. Han åpner med å si "Det er ingen lang rekke av fysikere, vort land kan opvise; men til gjengjeld har et par av dem givet impulser, der har trukket store fremskridt i fysiken og tilgrænsende videnskaper efter sig."³⁰ For det første starter Birkeland med å trekke fram de som syslet med fysiske problemstillinger og instrumenter allerede på 1700-tallet. For det andre regner han Christopher Hansteen (1784-1873) til å være fysiker. Arbeidet hans blir kalt eksplisitt for fysikk.³¹ Selv om ingen av professorene i fysikk på 1800-tallet forsket, fantes det andre som gjorde det. Birkeland skriver at Hansteen, sammen med Carl Anton Bjerknes (1825-1903) og Cato. M. Guldborg (1836-1902) danner spissen av hva Norge har hatt av fysikere. Ingen av disse tre var noensinne professorer i fysikk, men i henholdsvis anvendt matematikk og astronomi (Hansteen), anvendt matematikk og senere ren matematikk (Bjerknes) og anvendt matematikk (Guldborg). Deres virke faller imidlertid innenfor Birkelands inkluderende fysikkbegrep. Alle tre syslet med forskning som befinner seg i skjæringspunktet mellom fysikk og andre fagfelt. Hansteen var opptatt av jordmagnetisme og iverksatte meget omfattende og ressurskrevende observasjoner. Denne systematiske kartleggingen av jordas magnetisme bringer inn et element av geofysikk. C. A. Bjerknes arbeidet ut i fra et matematisk-teoretisk fysikksyn der man fornektet fjernkrefter, det vil si at fysiske fenomener, for eksempel gravitasjon, kan virke uten direkte kontakt. Han formulerte og begrunnet eksperimentelt sin hydrodynamiske teori som innebærer at en væske kan overføre kraftvirkninger som på avstand kan fortone seg som fjernkrefter.³² Bjerknes anvendte sin matematiske forståelse på fysiske prinsipper. C. M. Guldborg arbeidet med det Isaachsen kaller "de kemiske processers mekanik", altså i et skjæringspunkt mellom fysikk og kjemi.³³

²⁹ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 487.

En influensmaskin produserer elektrisk spenning ved hjelp av induksjon.

³⁰ Birkeland, "Fysik.", 137.

³¹ Ibid, 141.

³² Robert Marc Friedman, *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology* (Ithaca: Cornell University Press, 1989), 11-12.

O. E. Schiøtz bisto i eksperimentene som skulle bekrefte teorien.

³³ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 491.

Sammen med Peter Waage (1833-1900) formulerte han det som i dag kalles massevirkningsloven.³⁴

2.2 Birkeland-Bjerknes-tradisjonen

Som vi har sett la Kristian Birkeland føringer for hvordan fysikk i Norge skulle oppfattes, gjennom sin formidling av fysikkfagets historie. Viktigere enn rollen som historiker, var imidlertid hans egen vitenskapelige virksomhet. Birkeland forandret fysikkfaget i Norge. Endringene var resultat av hans vektlegging av kosmisk fysikk og jordmagnetisme. Gjennom Birkeland skjedde det et altså brudd i norsk fysikktradisjon. Dette bruddet mener jeg vi kan se konturene av i teksten hans fra 1896, det vil altså si før han oppnådde resultater innen nordlysforskning selv. Birkeland mente selv at slik fysikk helt opplagt burde høre til fysikkfaget i Norge. Kristian Birkelands interessefelt fikk dermed ringvirkninger for oppfatningen av hva fysikk skal være. Isaachsens framstilling baserer seg i stor grad på Birkeland, men er utvidet og er delt inn i underkapitlene ”Fysikken” og ”Meteorologi og kosmisk fysikk”. Blant andre Hansteen blir plassert i sistnevnte kapittel. Leseren av 100-årsverket får ikke nødvendigvis inntrykk av at det har skjedd et brudd i forestillingene om fysikkfaget i Norge. Dette skyldes blant annet verkets markerte inndeling i ulike fagfelt. I tillegg befant Isaachsen seg, da han skrev fysikkapittelet, både i kjølvannet av de historiske endringene og midt i miljøet han skulle beskrive. Han hadde ingen historisk distanse til begivenhetene som førte til det jeg kaller brudd.

I nyere vitenskapshistoriske framstillinger er det vanlig å hevde at fysikk i Norge i årene før og etter 1905, året for unionsoppløsningen og Lars Vegards eksamen, var dominert av den såkalte Birkeland-Bjerknes-tradisjonen.³⁵ Denne tradisjonen baserer seg på utforskning av synlige naturfenomener som meteorologi, atmosfærestudier, nordlysforskning og ulike

³⁴ Massevirkningsloven forklarer oppførselen til stoffer i kjemisk likevekt.

I tillegg til de nevnte forskere, som alle var professorer ved Det Kongelige Frederiks Universitet, fantes det andre med vitenskapelig produksjon innen fysikk og som trekkes fram av Isaachsen og Birkeland. Blant disse er Adam.F. Arndtsen (1829-1919) som fikk publisert artikler innen magnetisme, ledningsevne og elektrisk motstand i metaller, samt Ole Jacob Broch (1818-1889) som undersøkte optisk rotasjonsevne i bergkrystall og som senere ble bestyrer av det internasjonale justervesenets hovedkvarter i Paris. Se *ibid*, 485-486.

³⁵ Kragh, “The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists”, fra *Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century*. Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen (red.) (Oslo: Novus forlag, 2006), 28.

Se også: Robert Marc Friedman, "Civilization and National Honour: The Rise of Norwegian Geophysical and Cosmic Science," i *Making sense of space: the history of Norwegian space activities*, red. John Peter Collett og Arne Gundersen (Oslo: Scandinavian University Press, 1995).

fenomener innen geofysikk. Felles for disse feltene er at de studeres og forklares ved å anvende klassisk fysikk, det vil her si fysikk som verken tar høyde for Einsteins relativitetsteori eller forklaringer på atomnivå, slik som kvantefysikk. Det må imidlertid understrekes at den klassiske tilnærmingen innen det norske fysikkmiljøet ikke nødvendigvis insinuerer et bakstreversk og lite nytenkende miljø. Studier av jord- og atmosfærefenomener foregår i all hovedsak uten forklaringer fra kvantefysikk og relativitetsteori også i dag. Tradisjonen bærer navnet til de fremste representantene for norsk naturvitenskap i denne perioden, den allerede nevnte Kristian Birkeland, samt Vilhelm Bjerknes. Norge fikk gjennom disse to vår egen nisje innenfor vitenskap der vi førte an.

Det kan være nærliggende å tenke seg geografiske, og muligens også politiske, årsaker til at den norske tradisjonen utviklet seg slik den gjorde. For det første har utvikling av metoder for værmelding hatt stor betydning for norsk fiskeri og skipsfart. For det andre ligger Norge gunstig til geografisk for å studere nordlys. For det tredje kan det tenkes at oppdagelser innenfor studiet av synlige naturfenomen har passet bedre inn i en ung nasjon på jakt etter store bragder og nasjonal identitet, enn oppdagelser på mikro- og nanonivå. Å analysere årsakene til en eventuell særegen norsk stil er imidlertid ikke et tema for denne oppgaven. Det finnes ikke nødvendigvis en naturlig og uunngåelig retning for en nasjons vitenskap. Vi nøyer oss her med å konstatere at norsk fysikk på tiden Lars Vegard studerte og startet karrieren sin var dominert av Birkeland-Bjerknes-tradisjonen. Merk imidlertid at dette gjaldt aktiv forskning. Undervisningen ved universitetet vektla ikke de særegne norske spesialitetene. Vilhelm Bjerknes befant seg i liten grad på universitetet, mens Birkeland hadde stadige og langvarige forskningsopphold andre steder. Fysikkundervisningen tok for seg den vitenskapelige kanon, det vil si klassisk teoretisk fysikk som newtonsk mekanikk, termodynamikk og elektrisitet. Nordlys og meteorologi var ikke temaer i undervisningen i det hele tatt. Universitetets rolle var fremdeles å utdanne embetsmenn, minst like mye som å skape vitenskapelige resultater.³⁶ Dessuten var Norges dominerende rolle innenfor jord- og atmosfærefysikk noe temmelig nytt.

Norge og norske forskere tok ikke del i de første tilfellene av geofysikkforskning i polare strøk. Derimot var både svenske og danske vitenskapsmenn aktive. Spitsbergen var for

³⁶ Friedman, Robert Marc, "Nansen, National Honour and the Rise of Norwegian Polar Geophysics," i *Perspectives on Scandinavian Science In the Early Twentieth Century*, red. Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen (Oslo: Novus Forlag, 2006), 86.

eksempel en svensk vitenskapelig koloni i siste halvdel av 1800-tallet.³⁷ Det norske spranget som ledet til at vi i ettertid kan diskutere Birkeland-Bjerknes-tradisjonen, foregikk i de to første tiårene av 1900-tallet.

2.3 Kristian Birkeland

Kristian Birkeland (1867-1917) ble student ved Det Kongelige Frederiks Universitet i 1885 og tok matematisk-naturvitenskapelig lærereksamen i 1890. Han begynte etter eksamen å forske på elektrisitet og leverte her anerkjente arbeider som omhandlet energioverføring i elektriske felt.³⁸ I tillegg demonstrerte han røntgenstråler allerede i 1890 som den første i Norge. Han hadde fra 1893 studieopphold som universitetsstipendiat hos Poincare i Paris og i Bonn hos Hertz. I 1898 overtok han et såkalt bevegelig professorat ved universitetet i Kristiania. Birkeland var en meget driftig eksperimentalfysiker og det var gjennom et arbeid med katodestråler (elektroner) og deres ”indsugning” mot en magnetpol, han ble ledet inn på å kartlegge jordmagnetisme.³⁹ Birkeland formulerte en teori om at sola sender ut elektroner som blir avbøyd av jordas magnetisme slik at de går inn i atmosfæren rundt de magnetiske polene og forårsaker nordlys. Dette ble starten på den norske nordlysforskningen. Fram til dette hadde ikke norske forskere tatt videre notis av det karakteristiske lyset som viser seg jevnlig i vår nordlige landsdel.

Uavhengig av Birkelands oppnådde forskningsresultater var det logistiske og organisatoriske arbeidet for å komme fram til dem uovertrufne, i hvert fall etter norske forhold. Hyppigheten av nordlys sto i sammenheng med periodiske variasjoner av magnetiske stormer og solflekker. For å få testet hypotesen sin om at elektronene fra sola var opphavet til nordlyset tok Birkeland for seg tre parallelle forskningsarbeid. Han studerte forekomsten av solflekker, han organiserte ekspedisjoner til ulike steder i arktiske strøk for å kartlegge magnetiske stormer og nordlys, og han drev laboratorieeksperimenter der han forsøkte å gjenskape nordlyset. Dette gjorde han ved å plassere en magnetisk modell av jordkloden, en såkalt ”terella” i en glasskasse. Terellaen ble bestrålt av elektronstråler som når de ble avbøyd av magnetfeltet, ga opphav til et kunstig nordlys. Birkeland var den som innførte utstrakt eksperimentering og laborativ virksomhet ved universitetet.

³⁷ Ibid, 85.

³⁸ Olaf Devik, "Fra pionertiden i norsk fysikk og geofysikk," (Tromsø 1976), 30.

³⁹ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 497.

Birkelands vitenskapelige framgangsmåte besto med andre ord av velorganiserte observasjoner og eksperimenter samtidig. Gjennom dette arbeidet engasjerte han en rekke andre forskere og skapte dermed det første vitenskapelige miljøet innenfor norsk fysikk. Han fikk bygget et observatorium på hver av de to nærliggende fjelltoppene Haldde og Talviktoppen ved Kåfjord i Finnmark i 1899-1900.⁴⁰ Hit dro han selv sammen med assistenten Sem Sæland (1874-1940). Vinteren 1902-1903 ble det foretatt målinger på fire forskjellige stasjoner parallelt. Disse befant seg på Dyrafjord på Island (ledet av Sæland), Axelöen på Svalbard, Novaja Semlja i Russland og på Haldde. Birkelands prosjekter var bestandig meget ambisiøse og hadde en tendens til å være kostnadsoverskridende. Friedman skriver at hans manglende evne til å planlegge detaljer ofte førte til mindre tilfredsstillende resultater.⁴¹ Birkelands nordlysekspedisjon kostet staten 38 000 kroner, en enorm sum for forskning på denne tiden. Et betegnende trekk ved Birkelands forskning var å legge observatoriet til en utilgjengelig fjelltopp. En motivasjon for lokaliseringen var å komme nærmere nordlyset, men denne begrunnelsen var diskutabel og ble senere vist å være totalt meningsløs. Nordlyset opptrer så høyt oppe i atmosfæren, at 1000 meter fra eller til spiller ingen rolle for observasjonene. Å ha observatoriet på en værhard fjellknaus ga imidlertid prosjektet en heroisk karakter, som appellerte til den sterke nasjonalfølelsen knyttet til Fridtjof Nansen og andres polare bragder. Navnet på det endelige verket spiller også på dette: *The Norwegian Aurora Polaris Expedition 1902-1903*.⁴² Birkeland får med begge de symbolske viktige ordene norsk og ekspedisjon i tittelen, samt et norsk flagg på forsiden.⁴³

Arbeidet med hans velkjente elektromagnetiske kanon, som i seg selv ikke ble noe av, var opptakten til metoden med oksidasjon av karbondioksid i en elektrisk lysbue, som han utviklet sammen med ingeniøren Sam Eyde. Metoden kunne anvendes til masseproduksjon av kunstgjødsel og ledet til opprettelsen av Norsk Hydro. Dette gjorde Birkeland til en meget velstående mann, og store deler av pengene gikk med til å finansiere hans egen forskning. Birkelands nordlysforskning hadde ressurser som ingen annen gren av vitenskapen noensinne hadde hatt ved universitetsmiljøet i hovedstaden.

På grunn av sine assistenter, samt evnen til å inspirere andre og skape begeistring omkring sin egen forskning, ble hans egne forskningsfelt de dominerende for en generasjon norske

⁴⁰ Devik, *Blant fiskere, forskere og andre folk*, 32.

⁴¹ Friedman, "Nansen, National Honour and the Rise of Norwegian Polar Geophysics.", 92.

⁴² Kristian Birkeland, *The Norwegian aurora polaris expedition 1902-1903*, bind. I (Kristiania: H. Aschelhoug & Co, 1908).

⁴³ Friedman, "Nansen, National Honour and the Rise of Norwegian Polar Geophysics.", 95.

forskere.⁴⁴ Blant hans assistenter var, i tillegg til den nevnte Sem Sæland, Ole Krogness, Lars Vegard og Olaf Devik, som alle bidro innenfor nordlysforskning og geofysikk.⁴⁵

2.4 Vilhelm Bjerknes

Carl Anton Bjerknes' sønn, Vilhelm, utdannet seg både i Norge og i utlandet. Han var tidvis sterkt involvert i sin fars forskning, men han var også på lengre studieopphold i utlandet. Han studerte blant annet i Paris under matematikerne Charles Hermite og Henri Poincaré, samt i Bonn hos eksperimentalfysikeren Heinrich Hertz i overgangen mellom 1880-årene og 1890-årene.⁴⁶ Robert Marc Friedman skriver i biografien *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Constructing of a Modern Meteorology*, at Bjerknes i all hovedsak interesserte seg for klassisk mekanikk og at dette skjedde i en tid der slik fysikk ikke var i vinden. De energetiske og det elektromagnetiske verdensbildene som hadde stor oppslutning i fagmiljøene, fikk andre forskere til å være skeptiske til Bjerknes' forskning og drev ham ut i en slags faglig isolasjon i 1890-årene.⁴⁷ Bjerknes brukte Heinrich Hertz' *Principien der Mechanik* som referanseverk for all fysikk han drev med, et verk som hadde som uttalt visjon å spore alle fysiske fenomener tilbake til klassisk mekanikk.⁴⁸ Hertz brukte størrelsene masse, tid og rom til å utlede mekanikkens basale prinsipper, uten å inkludere krefter eller energibevaring. Elektromagnetiske fenomener skulle ha mekanikk som grunnleggende forklaring. Hertz døde imidlertid før verket ble utgitt i 1894, og hans sterke fokus på

⁴⁴ Helge Kragh, "The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists," i *Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century*, red. Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen (Oslo: Novus Forlag, 2006), 29.

⁴⁵ Carl Størmer (1874-1957) var aldri Birkelands assistent, men var en meget viktig nordlysforsker. Han var matematiker og hadde etter endt kandidateksamen studert hos blant andre Poincaré ved Sorbonne i Paris. Størmer ble utnevnt til professor i matematikk ved universitetet i Kristiania i 1903. Birkeland inspirerte ham til å studere nordlys og han satte seg som mål å beregne matematisk hvilken bane de elektrisk ladete partiklene fra sola følger når de blir avbøyd i jordas magnetfelt. Størmer ble en internasjonal autoritet på dette feltet.⁴⁵ Størmer brukte i tillegg fotografi aktivt i forskningen og tok en rekke kjente fotografier av nordlyset. Størmer maktet gjennom sine matematiske evner å skape sin egen karriere innenfor rommet Birkeland hadde åpnet. I det norske fysikkmiljøet på tidlig 1900-tall var også Sem Sæland (1874-1940) sentral. Han holdt den ene stillingen som amanuensis ved universitetet inntil han i 1910 ble første rektor ved den nyopprettede Norges tekniske høgskole. Ved siden av å være Birkelands assistent i 1899-1900 og ledet målestasjonen på Island i 1902-1903, hadde han studert jordmagnetisme i Potsdam i 1902. Somrene 1905 og 1906 gjorde han jordmagnetiske målinger i Nordland. Høsten 1907 dro han med stipend til Heidelberg og studerte hos Lenard. I 1909 ble han utnevnt til professor i fysikk ved Den tekniske høyskole i Trondheim og ble i 1910 valgt til den første rektor ved skolen. Sæland var mer markant som institusjonsbygger enn som forsker. Egeland, Pedersen og Torstveit beskriver hvordan Sæland og Lars Vegard etter hvert ble nokså bitre rivaler. Se Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 62, 91.

⁴⁶ Friedman, Robert Marc, *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology*, (Ithaca: Cornell University Press, 1989), 13-14.

⁴⁷ Friedman, *Appropriating the Weather*, 28

⁴⁸ Friedman, *Appropriating the Weather*, 18

mekanikk ble av mange regnet som nokså utdatert. Vilhelm Bjerknes derimot, beholdt troen på sin gamle lærer Hertz og hans lærebok.

Blant annet basert på analyser av *Principien der Mechanik* formulerte Bjerknes i 1897 et såkalt sirkulasjonsteorem som søkte å forklare visse problemer som har med virvelbevegelser i væsker å gjøre. Han ble ganske tilfeldig gjort oppmerksom på at teoriene hans kunne anvendes til å forske på været. Han presenterte sitt "circulation theorem" i Stockholm i 1897 uten å nevne mulige anvendelser innenfor atmosfære- eller havstudier. Hans svenske kolleger Nils Ekholm og Svante Arrhenius hadde imidlertid større kunnskap og interesse for disse feltene enn Bjerknes og påvirket ham nok til å se nærmere på dem. I en ny presentasjon året etter hevdet Bjerknes at teoriene hans kunne anvendes på geofysiske fenomener, altså atmosfære, hav eller vær.⁴⁹ Bjerknes ble gradvis mer og mer opptatt av disse fenomenene og meteorologi ble etter hvert Bjerknes' hovedbeskjeftigelse. Han hadde som mål å forandre meteorologien til å ta i seg fysikk i mye større grad enn den til da hadde gjort. Friedman skriver:

Without abandoning the ideals of his father and of Hertz, without changing his professional identity, Bjerknes intended to claim a new domain for mechanical physics, and he expected to apply some of the new lessons he had learned: he declared that although up to now he had had "ignorance" working against him, his aim henceforth was "to force" meteorologists to use mechanical and physical principles.⁵⁰

Bjerknes ønsket med andre ord intenst å bruke sine egne teorier på været. Han ville sikre et bruksområde for fysikkretningen han selv var en del av. Han så at meteorologer ikke satt med den samme fysikkunnskapen som ham selv, og ønsket å forandre dette. Meteorologi skulle bli en gren av fysikken. Delvis på grunn av sin nedarvete interesse for mekanikk og delvis på grunn av tilfeldige omstendigheter utvidet Vilhelm Bjerknes altså det norske fysikkmiljøets interessefelt til å omfatte enda et naturfenomen. Nordlys og vær ble nasjonale satsingsområder. I 1907 ble Bjerknes kalt fra sitt professorat i Stockholm til universitetet i Kristiania. Han virket der fram til 1912 da han ble tilbudt professorstilling i Leipzig.

Gjennom Kristian Birkeland og Vilhelm Bjerknes ble forestillingene om fysikk i Norge forandret. Før disse to foregikk virksomheten ved fysisk institutt ved universitetet uten forskning. Det ble drevet praktisk fysikk, men ikke av dem som hadde fysikk som profesjon. Hovedårsaken til den manglende forskningen var nok at universitetsprofessorenes viktigste oppgave var undervisning. Fysikk var blant annet obligatorisk fag for alle studenter inntil

⁴⁹ Friedman, *Appropriating the Weather*, 33-34

⁵⁰ Friedman, *Appropriating the Weather*, 58

1877. Flere av professorene i fysikk gjennom 1800-tallet hadde vist evner som unge, men kuttet ut all forskning i det øyeblikket de kom i posisjon. Imidlertid fantes det nordmenn som drev fysikk, men disse hadde enten stillinger ved andre deler av universitetet eller virket ved andre institusjoner. Det ble aldri skapt et vitenskapelig miljø for fysikk i Norge på 1800-tallet.

Birkeland var hovedgrunnen til at fysikkfaget endret seg. Hans oppfatninger om hva fysikk skulle være, påvirket skikkelser i samtiden og ble gjeldende også for en generasjon av fysikere som fulgte i kjølvannet hans. Birkeland anvendte fysikk på fenomener i naturen, mens han understreket at dette var fysikk og ikke noe annet. Høydepunktet i Birkelands dreining mot naturen var hans nordlyssyntese av teori, eksperiment og observasjon. Ingen hadde drevet eksperimentering ved Fysisk institutt før Birkeland forsøkte å etterligne nordlyset med sine terellaeksperimenter.

Uavhengig av Birkeland brukte Vilhelm Bjerknes eksisterende fysikkteorier på et annet naturfenomen, været. Dette utvidet det norske fysikkfeltet ytterligere. Det ble skapt et vitenskapelig miljø hvor det nå ble rom for flere norske fysikere. Det er dette vi kan omtale som Birkeland-Bjerknes-tradisjonen. Denne tradisjonen framstår faktisk som et relativt godt eksempel på en nasjonal stil. Selv om miljøet ikke var utpreget snevert, besto det av et begrenset antall personer som drev med vitenskap hvor naturen var laboratoriet.

Nordlysforskning, som jo utgjorde hoveddelen av virksomheten, er det som kjent ikke mange andre steder i verden man i det hele tatt kan observere. Forskningen som ble drevet sto dessuten i kontrast til forskningen som ble drevet i resten av Europa på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet. Jeg tror imidlertid ikke det fantes dypere motsetninger mellom det norske fysikkmiljøet og miljøer i andre land. Birkeland og Bjerknes videreførte simpelthen forskningen der de oppnådde resultater og anerkjennelse, og dette skapte en tradisjon flere andre nordmenn kunne ta del i. Selv om det stort sett var lagt føringer for forskningstemaene, rommet tradisjonen også internasjonale muligheter. Enkelte ambisiøse og utadrettede vitenskapsmenn kunne dra ut til andre vitenskapelige miljøer med den norske tradisjonen som ryggdekning. Erfaring fra de særnorske temaene var ikke en ulempe i møte med andre forskningsfelt. De bakenforliggende teoriene var ikke så radikalt forskjellige.

Birkeland-Bjerknes-tradisjonen danner bakteppet for Lars Vegards tidligste karriere. Det var miljøet rundt disse aktørene han gikk inn i da han valgte å satse på fysikk. Vegard kan plasseres i denne tradisjonen, men som jeg senere skal vise, drev han også vitenskap som overhodet ikke har tilknytning til den. Før jeg gjør rede for hvordan jeg setter Vegard i

sammenheng med Birkeland-Bjerknes-tradisjonen, vil jeg imidlertid gi en biografisk presentasjon av ham med vekt på hans skolegang og studietid.

2.5 Lars Vegards oppvekst, skolegang og studietid

Våren 1899 tok 19 år gamle Lars Vegard fra gården Grasåsen i Vegårshei eksamen artium. Han hadde siden 1897 vært elev ved Ragna Nielsens skole i Kristiania, men siden dette gymnaset ikke hadde eksamensrett, tok han eksamen som privatist.⁵¹ Karakterene var ikke ekstraordinære, men jevnt over gode. Hovedkarakteren var Meget godt, og han oppnådde blant annet 1 i matematik skriftlig og muntlig, 1 i naturvidenskap og 2 i fysik.⁵²

Lars var den yngste i en søskenflokk på sju, der flere utmerket seg på ulike vis. Broren Grunde var stortingsrepresentant for Høyre i 1917-1921, broren Anders var ordfører i Risør i 12 år, samt vara til Stortinget for Venstre, og broren Knut slo seg opp som fabrikkeier i Fredrikstad. Brødrene viste et ønske om å komme seg ”opp og fram”. Faren Nils Grasåsen var aktiv indremisjonsmann og fra 1878-1882, altså mens Lars ble født, var han ordfører i Vegårshei. Faren døde imidlertid da Lars var seks år, og eldstebroren Gunnar overtok gårdsdriften.

Lars hadde dratt fra hjembygda til Risør 15 år gammel for å ta middelskoleeksamen, samtidig som han arbeidet i broren Anders’ kolonialforretning. Forberedelsene til middelskoleeksamen tok han på ett år i stedet for tre som var vanlig. Han fikk karakteren 2 i skriftlig modersmaal og skriving og var på 1-tallet i de øvrige fagene.⁵³ Vegard skal som eldre mann ha uttalt at det var denne eksamen han var mest stolt av.⁵⁴ Den hadde nok satt en spore i ham om at utdanning var en vei han kunne gå.

Skolegangen før han flyttet til Risør må kalles beskjeden, selv om den ikke skilte seg nevneverdig fra annen ungdom i distriktene. Han hadde for det meste gått på folkeskole i Nærestad skolekrets i Vegårshei. En vinter fulgte han imidlertid med moren til barndomshjemmet hennes i Espeland, en annen grend i Vegårshei. Hun bisto familien sin der etter at svigerinnen hennes døde. Lars fulgte omgangsskole i Espeland krets den vinteren. Høsten og vinteren 1894/1895 deltok han på vinterkurs i regi av den ambulerende amtsskole i

⁵¹ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 31.

⁵² "Vidnesbyrd om bestaaet real examen artium," (Kristiania: Gjertsens skole for den høiere almindannelse, 1899).

⁵³ "Vidnesbyrd om bestaaet middelskole-examen," (Risør: Risør kommunale middelskole, 1897).

⁵⁴ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 31.

Myra, senteret i kommunen. Skolen lå et stykke unna Grasåsen der han kom fra, så han måtte bo hjemmefra.⁵⁵ Lars var yngre enn de fleste andre elevene på skolen, men klarte seg fint.

Vegard het opprinnelig Lars Nilsen Grasåsen, men på et tidspunkt etter ankomst Kristiania hadde han endret etternavnet til det noe eiendommelige Vegard. Det samme navneskiftet hadde en av brødrene hans, Grunde, gjort tidligere, og navnet spilte naturlig nok på hjemstedet Vegårshei. Torstveit skildrer ungdomstiden han i Kristiania som vanskelig, spesielt den første tiden. Han slet med pengemangel og hadde til tider ikke råd til å fyre.⁵⁶ Skolehverdagen taklet han imidlertid meget bra. Han hadde ingen problemer med eksamenene og kunne høsten 1899 bli immatrikulert på Det Kongelige Frederiks Universitet. I 1900 tok Vegard andreeksamen (examen philosophicum) med karakter 2. Han hadde fagene engelsk (karakter 2), matematikk (1), fysikk (2), kjemi (2) og botanikk (1).⁵⁷

Ved Fysisk institutt er det lagret 156 notatbøker fra Vegards karriere, de fleste fra studietiden.⁵⁸ Det slående inntrykket jeg fikk av å gå gjennom disse bøkene var at Vegard var en mønsterstudent. Foruten enkelte karikaturtegninger av foreleserne er bøkene tettskrevne av pensum og utregninger. Foreleser i filosofipensumet til anneneksamen var Arne Løken (1850-1930). De første semestrene fulgte han C. M. Guldbergs forelesninger i mekanikk. Han tok også astronomi med Hans Geelmuyden (1844-1920), geometri med Elling Holst (1849-1915), kjemi med Heinrich Goldschmidt (1857-1937), ligningsteori med Ludvig Sylow (1832-1918), differensialligninger og integralregning med C. A. Bjerknes og optikk og elektrisitetslære med Schjøtz. Det er også eksempler på at han har fulgt enkelte forelesninger med Vilhelm Bjerknes. Disse notatene er imidlertid udaterte så det framgår ikke om de stammer fra et gjesteopphold av Bjerknes eller fra 1907, da han ble ansatt ved universitetet. Det finnes derimot ingen notater som viser at han hadde Kristian Birkeland som foreleser. Birkeland var ansvarlig for laboratorieundervisningen i store deler av Vegard studietid, men var slett ikke alltid til stede. Jeg har altså ikke funnet bevis for at Vegard fikk undervisning fra Birkeland overhodet.

Utdanningssystemet ved universitetet var i perioden 1874 til 1906 slik at kandidater til matematisk-naturvitenskapelig lærereksamen (tidligere reallærereksamen) skulle ta eksamen i to av fire faggrupper. En av disse besto av fysikk og kjemi. Fra og med 1875 inngikk også et

⁵⁵ Ibid, 29.

⁵⁶ Ibid, 31.

⁵⁷ Ibid, 13.

⁵⁸ Lars Vegards notatbøker, Fysisk Institutt Universitetet i Oslo.

laboratoriekurs med praktiske arbeider innen fysikk i det obligatoriske programmet.⁵⁹ Egeland skriver at mens Vegard var student måtte man velge to av tre fagsammensetninger. Vegard tok gruppe I (matematikk, mekanikk og astronomi) i desember 1902 (karakter 1,6) og gruppe II (fysikk og kjemi) i desember 1905 (karakter 1,7). I 1905 og i 1907 satt han i styret i studentersamfunnet, sammen med blant andre C. J. Hambro (1885-1964).⁶⁰



Styret i Det Norske Studentersamfund våren 1907. Sittende (fra venstre): Lars Vegard, Sigurd Fougner og Knut Axel Bache, Stående (fra venstre): Magnus, Leif Sundt Rode, Carl Joachim Hambro og Kristian Bonning Uchermann Wiese.

Den 9. juni 1903 vedtok Stortinget reformen som innførte hovedfag og bifag, men den trådte ikke i kraft for nye studenter før i 1906 da Vegard var ferdig utdannet.⁶¹ Det var først etter denne reformen at foreleserne fikk rom til å kunne undervise innen spesialiserte og avanserte temaer, samt veilede hovedfagsstudenter i forskning, gjerne knyttet opp mot sine egne spesialfelt.⁶² Vegard hadde altså en generell matematisk-naturvitenskapelig utdanning, først og fremst beregnet til undervisning. Han hadde i 1905 akkurat like store forutsetninger for å

⁵⁹ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 488.

⁶⁰ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 33.

⁶¹ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 488.

⁶² Friedman, "Nansen, National Honour and the Rise of Norwegian Polar Geophysics.", 109.

fortsette innen kjemi eller matematikk som fysikk. Han valgte likevel sistnevnte. Dette var et særdeles viktig veiskille i Lars Vegards liv og karriere.

Vegards store ambisjoner og trang til å komme seg fram i livet skinner klart gjennom i brevene han skriver til moren sin. Det er to stykker bevart, ett han skrev som fersk student i 1900 og ett som ung nyutdannet i 1907.⁶³ I brevet fra 1900 skriver han at han er meget travel. I tillegg til forelesningene går han to timer daglig på tegneskole. Han er også privatlærer for en kamerat for 75 øre timen. Han forteller at han har vært hos skredderen og tatt mål og har skrevet til broren Grunde om å få tilsendt stoff til frakk og dress. I brevet fra 1907 som er sendt i september forteller han om hvordan sommeren i Oslo har vært. Bortsett fra det dårlige været er han meget tilfreds. Han har arbeidet med nordlysmaterialet på dagen og tilbrakt kveldene på Bygdøy, der han leide et hus sammen med sin venn og kollega Krogness. Han forteller om flere festligheter, han har blant annet vært i selskap hos statsråd Hagerup Bull og i middag hos Birkeland. Å komme hjem til Vegårshei hadde dessverre vært helt umulig, tiden strakk ikke til, og dessuten var det for lang vei.

Disse skildringene av livet i hovedstaden forteller en hel del om hva som opplevdes som viktig for ham. Å få være en del av samfunnets høyere sjikt var en sterk drivkraft. Hardt arbeid kombinert med strategiske veivalg kunne bringe ham dit han ville. Suksess som vitenskapsmann hang sammen med suksess i livet for øvrig. I tillegg hadde han utvilsomt gode evner, og han hadde utmerket seg i det ikke så store naturvitenskapelige miljøet ved universitetet.

2.6 Birkelands assistent

Et av fellestrekkene ved mye av Lars Vegard-litteraturen er vektleggingen av at han var Kristian Birkelands assistent. Vegard var da også det, men i en relativt begrenset periode. Det er også verdt å merke seg at han aldri deltok på nordlysekspedisjoner i regi av Birkeland, men hjalp til med utregninger. Fysikeren og Vegards assistent Gotfred Kvifte skriver i en nekrolog over Vegard i tidsskriftet *Fra Fysikkens Verden* at Vegard selv skal ha uttalt at møtet med Birkeland fikk ham til å slå inn på fysikken framfor matematikk. Birkeland skal dessuten ha

⁶³ Lars Vegard til Anne Grundesdatter, udatert 1900, privat.
Lars Vegard til Anne Grundesdatter, 15. september 1907, privat.

vekket en livslang interesse i ham for jordmagnetisme, nordlys og kosmiske problemer.⁶⁴ Like etter at Vegard hadde tatt sin siste eksamen i 1905, vikarierte han som amanuensis ved fysisk institutt. Han holdt denne stillingen inntil han sommeren 1906 ble engasjert av Birkeland til å bistå med å bearbeide dataene fra Birkelands nordlysekspedisjon i 1902-1903.⁶⁵ Noe senere ble også studenten Ole Krogness (1886-1934) engasjert, så han og Vegard arbeidet iherdig med å sammenfatte resultatene. Vegard skriver til moren sin 15. september 1907 at arbeidet for Birkeland går fint, samt at det også er lærerikt siden Birkeland overlater ham det meste av arbeidet.⁶⁶

I et annet brev, som jeg har funnet i Vegards samlinger på Fysisk institutt, og som er datert 19. desember 1908, skriver Ole Krogness til sin kamerat og assistentkollega Lars Vegard. Krogness forteller at nå er Birkelands bok (*The Norwegian Aurora Polaris Expedition*)⁶⁷ endelig kommet ut.⁶⁸ Vegard er i Cambridge på dette tidspunktet, og Krogness lurte på om han kommer hjem til jul eller om han vil ha boken tilsendt. Brevet er muntert i stilen, men viser hvor stolte de er over arbeidet og det ferdige resultatet. I tillegg indikerer brevet en viss generasjonskløft i det norske fysikkmiljøet. Krogness synes det er underlig at Birkeland (konsekvent omtalt som professoren) trekker fram åtte fotografier av terrellaforsøkene som det viktigste resultat i hele boken. ”Nu hver sin smag, men det forekommer mig dog lidt eiendommelig”, skriver Krogness. Det aller mest merkverdige med Birkelands oppførsel, ifølge Krogness, er imidlertid at han er så tilbakeholden med å gi boken fra seg. Både Krogness selv, Carl Störmer og overlærer Dietrichson (Jørgen Lauritz Wilhelm (1841-1910), Birkelands tekniske assistent gjennom en årrekke) måtte be innstendig før de fikk et eksemplar. Dette forstår ikke Krogness noe av og beskriver situasjonen utførlig for Vegard. Blant annet kan vi lese: ”Overlæreren sukkede længe efter den og tilsidst maadte jeg puffe lidt efter ved at fortælle professoren hvor han længtede efter den.” Birkelands dårlige helsetilstand og stadig skiftende meninger blir også nevnt i brevet.

⁶⁴ Gotfred Kvifte, "Lars Vegard 3. februar 1880 - 21. desember 1963 In Memoriam," *Fra Fysikkens Verden* 26, no. 1 (1964), 2.

⁶⁵ Isaachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 499.

⁶⁶ Vegard til Grundesdatter, 15. september 1907.

⁶⁷ Kristian Birkeland, *The Norwegian aurora polaris expedition 1902-1903*, bind II (Kristiania: H. Aschelhoug & Co, 1913).

⁶⁸ Ole Krogness til Lars Vegard, 19. desember 1908, Fysisk institutt Universitetet i Oslo.

Krogness var Vegards nærmeste venn og kollega i det norske fysikkmiljøet. Sommeren 1907 bodde de sammen på Bygdøy. De holdt kontakten og samarbeidet blant annet om nordlysobservatoriet på Haldde der Krogness var bestyrer. Vegard skriver i forbindelse med Krogness' dødsfall i 1934 at samarbeidet deres med Birkeland førte til en sterk interesse for atmosfæriske fenomener hos begge og et nært vennskap mellom dem. Se Lars Vegard, "Ole Krogness and his Work," *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* 39, no. 4 (1934).

Dette er et særtrekk ved Birkeland som blant annet Robert Friedman har påpekt tidligere.⁶⁹ Friedman beskriver Birkeland som en trøblete personlighet med sterk trang til å fremheve seg selv. Hans impulsive karakter førte til et bredt perspektiv, men også til slurvete fakta og påstander basert i stor grad på synsing. Framstillingen som Friedman her presenterer, skiller seg kraftig fra annen norsk litteratur og forestillinger om Birkeland. Det gir også et nytt perspektiv til å forstå fysikkmiljøet på denne tiden. Dersom vi tolker Krogness' brev til Vegard ut i fra dette synet på Birkeland, er det meget mulig de forholdt seg til Birkeland med en viss avstand. Samtidig var de begge meget bevisst på hvilke muligheter Birkeland og miljøet rundt ham skapte for dem.

Det skinner tydelig gjennom i brevet at Krogness og Vegard er gode venner. De to hadde også senere vitenskapelig samarbeid og betydelig korrespondanse: Krogness var nyutnevnt bestyrer på Haldde-observatoriet da Vegard vinteren 1912-1913 oppholdt seg ved en nærliggende forskningsstasjon i Bossekop. I 1914 utgav de artikkelen "Höhenbestimmungen des Nordlichts" sammen, mens i 1920 kom artikkelen "The Position in Space of the Aurora Borealis".⁷⁰

Den tilsynelatende generasjonskonflikten i fysikkmiljøet er det farlig å påstå for mye om, men det er nokså tydelig at Birkeland og Vegard ikke hadde spesielt mye med hverandre å gjøre. Birkeland var i liten eller ingen grad Vegards foreleser på universitetet, og etter Vegards engasjement på nordlys-verket, der han ifølge eget utsagn gjorde store deler av arbeidet, var kontakten liten. Egeland refererer til et tilfelle av kontakt, et brev fra Birkeland til Vegard fra 1912 der Birkeland viser interesse for, men også eierskap til, Vegards nordlysforskning. Vegard ber om 500 kroner til bygging av en nordlysspektrograf. Birkeland svarer med å si at han bare kan begynne å bestille det nødvendigste utstyret og spør også om hva mer som behøves.⁷¹

Egeland hevder at forholdet mellom Birkeland og Vegard var godt fram til cirka 1912, men ble forverret etter dette i takt med Vegards selvstendige nordlysforskning. Egeland gjør også et poeng ut av at Vegard ikke deltar i festskriftet som gis ut i forbindelse med Birkelands 50-

⁶⁹ Friedman, "Nansen, National Honour and the Rise of Norwegian Polar Geophysics." 92.

⁷⁰ Ole Krogness og Lars Vegard, "Höhenbestimmungen des Nordlichts an dem Halddeobservatorium von Oktober 1912 bis Anfang Januar 1913," *Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-naturv. Klasse* 1914, no. II (1914).

Lars Vegard, "The Position in space of the Aurora Borealis," *Geofys. Pub.* 1, no. 1 (1920).

⁷¹ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 20.

årsdag i 1917.⁷² Dette kan godt være et tegn på en kjølig tone, men kan muligens også skyldes andre årsaker, for eksempel Vegard forhold til redaktørene Sæland, Isachsen og Helland. Et interessant moment, som Egeland nevner, er imidlertid kontrasten i måten Birkeland omtaler medhjelperne sine i forordet til *The Norwegian Aurora Polaris Expedition*. I første bind fra 1908 roses Vegard opp i skyene, men i andre bind fra 1913 nevnes han knapt. Vi ser forskjellen: "In concluding this first section, I have to thank those persons who have so greatly assisted me in my work. In Mr. L. Vegard I have had an invaluable collaborator, whom I have to thank for many excellent suggestions".⁷³ Vegard krediteres altså i første bind å bidra med kreative, selvstendige løsninger, ikke bare som en sekretær eller regneassistent. I bind to kan vi lese:

I cannot conclude this great work without expressing my warmest thanks to my numerous assistants for their most able collaboration (...). In the next place there are some young, energetic men, a few of whom have already begun independent work – Mr Krogness, now manager of the Haldde Observatory, Mr. Vegard, now a tutor at our university, Mr. Skolem, a very skilful mathematician, and Mr. Devik, a capital experimenter.⁷⁴

Noe av den påfallende forskjellen i takksigelsene må tilskrives det faktum at Vegard var mye mer involvert i arbeidet med første bind enn med andre. Fra sommeren 1906 ut året 1907 la han ned betydelig innsats i arbeidet med Birkelands bok, men i perioden 1908-1912, da andre bind ble skrevet, drev han i større grad med selvstendig forskning, befant seg utenlands i store deler av tiden og som Birkeland skriver: var amanuensis ("tutor") ved universitetet. Han var kun involvert i arbeidet med andre bind høsten 1910.⁷⁵

En indikator på et mer positivt syn på Birkeland fra Vegards side er hans nekrolog over den avdøde professor trykket i *Teknisk Ukeblad* i 1917. Den gir inntrykk av respekt for Birkelands liv og virke. "Han var en positiv natur som ikke kjendte hindringer",⁷⁶ skriver Vegard. Han følger opp med å påpeke at for Birkeland var tanke og handling to sider av samme sak. Gjennom dette kan man forstå hans virke og hans måte å drive forskning på. Vegard skriver innsiktsfullt:

Naar vi erindrer hans rigdom paa tanker og idéer, vil vi forstaa at hans liv og virke blev et ustanselig initiativ; men da idéenes realisation og prøvning ofte med nødvendighet fordrer et langt og taalmodig

⁷² Ibid. 19.

⁷³ Birkeland, *The Norwegian aurora polaris expedition 1902-1903*, I.

⁷⁴ Birkeland, *The Norwegian aurora polaris expedition 1902-1903*, II.

⁷⁵ Isachsen, "Fysikken og Meteorologien.", 499.

⁷⁶ Lars Vegard, "Professor Kr. Birkeland," *Særtrykk av Teknisk Ukeblad*, no. Nr. 16 (1917). 1.

arbeide, kan vi ogsaa forstaa at hans verker kom til at bære præg av hans rastløse aand, der stadig søkte frem til nye omraader med en fart som en kritisk bearbejdelse ikke altid kunne holde skridt med.⁷⁷

Til tross for at Vegard skriver en nekrolog er han imidlertid ikke overstrømmende i omtalen av Birkeland. Han nevner for eksempel at Birkelands rastløshet kunne gå på bekostning av resultatene. Han påpeker også at en streng kritiker vil kunne finne ting å hefte seg ved, men lar det bli med dette og vektlegger i stedet iveren, intensiteten og allsidigheten i Birkelands natur og forskning. Vegard vedkjente seg utvilsomt at Birkeland startet hans egen vitenskapelige karriere. Det er klart at Vegard i en stor grad fant inspirasjon og veiledning under Birkeland. Dette ble viktig, ikke bare for valget av fysikk som retning, men også for hans videre arbeid med nordlys. Jeg synes likevel det blir for enkelt å forstå Vegard kun i lys av Birkeland. Han arbeidet for Birkeland en avgrenset periode og som vi nå skal se, arbeidet han samtidig med problemstillinger helt urelatert til Birkeland og kosmisk fysikk. Vegards norske ballast består altså delvis av innsikt i nordlysfysikk og det norske nordlysmiljøet, og delvis av selvstendig studie av et tema i skjæringspunktet mellom fysikk, matematikk og kjemi.

2.7 Osmoseartiklene – Vegards første selvstendige forskning

Delvis parallelt med arbeidet for Birkeland, drev Lars Vegard i årene 1905-1908 med en rekke teoretiske spørsmål knyttet til osmose og løsninger.⁷⁸ Dette er felt som i dag regnes som en del av kjemien. Også på Vegards tid var dette til en viss grad tilfelle, men overgangene mellom de to disiplinene var noe mer flytende. Dessuten var Vegard som kjent like mye kjemiker som fysiker som nylig uteksaminert cand. real fra universitetet i Kristiania. Gotfred Kvifte skriver i nekrologen til Vegard i *Fra Fysikkens Verden* at han som student særlig hadde vist interesse for matematikk.⁷⁹ Artiklene om osmose er også utpreget matematiske i formen. Den første, "Beiträge zur Theorie der Lösungen",⁸⁰ ble til etter en idé fra

⁷⁷ Ibid. 1.

⁷⁸ En løsning er helt enkelt en blanding av ulike stoffer, gjerne i væske.

Osmose er spredning (diffusjon) av stoff (væske) fra et område til et annet gjennom en hinne. Hinnen er slik at den slipper gjennom noen typer stoff, mens andre typer ikke slipper gjennom. Cellevegger er eksempler på slike halvgjennomtrengelige hinner.

⁷⁹ Kvifte, "Lars Vegard 3. februar 1880 - 21. desember 1963 In Memoriam." 1.

⁸⁰ Lars Vegard, "Beiträge zur Theorie der Lösungen," *Videnskaps-Selskabets Skrifter. I. Math.-Naturv. Klasse*, no. 8 (1906).

fysikkprofessor Schiøtz som selv hadde arbeidet med temaet, men overlot det til Vegard.⁸¹ Artikkelen tar for seg termodynamikk med vekt på krefter og kraftfelt der massen er ujevnt fordelt i løsningen (stoffet/væsken eller lignende). Vegard kommer til at man kan finne konsentrasjonsgradienten i et stoff når osmosestrykket er en funksjon av konsentrasjonen. Dette arbeidet kan ses på som en øvelse i å anvende begreper og teorier Vegard hadde lært gjennom studietiden.

De andre artiklene som Vegard ga ut om dette feltet er: "Researches upon Osmosis and Osmotic Pressure" (1908), "Free Pressure in Osmosis" (1908) og "On some general Properties of Mixed Solutions" (1909). Vegard finner fordelingen av en løsning som inneholder et vilkårlig antall ingredienser, i et gravitasjonsfelt, gitt likevekt og konstant temperatur. Han studerer fenomenet ved å se på termodynamisk potensial og osmosestrykk. Det mest iøynefallende med Vegards artikler om stoffer i løsninger er at de endte opp som så alene i hans samlede forskning. Dette var hans første vitenskapelige arbeid, men han gikk ikke videre med disse temaene etter at han hadde vært i Cambridge et halvt års tid. Vegards videre karriere foregikk på helt andre arenaer. Johan Holtsmark skriver i nekrologen over Vegard at disse temaene ikke sto i sentrum for vitenskapen på denne tiden, og forskningen var neppe banebrytende.⁸² Det er imidlertid viktig å merke seg at Vegards artikler ble anerkjent. Han fikk dem publisert i prestisjetidsskrifter som *Philosophical Magazine* og hos *Cambridge Philosophical Society*. Et annet moment med arbeidene er at de er enkle i den forstand at de krevde lite eksperimentering og utstyr. De var i stor grad rene teoretiske øvelser som krevde matematisk innsikt framfor eksperimentelle ferdigheter. Det kan sies at det var slik vitenskap Vegard var kvalifisert til å utføre den første tiden etter avlagt eksamen. Han hadde fått god trening i matematikk og var like skolert i kjemi som fysikk. Et tema i skjæringspunktet mellom disse tre disiplinene var derfor ideelt for ham å begi seg inn på. Så fort han fikk kompetanse innenfor eksperimentell fysikk la han dette til siden og tok det aldri mer opp igjen i forskning. Arbeidet var også helt urelatert til nordlysforskningen Vegard og de andre aktørene i det norske fysikkmiljøet drev med.

⁸¹ Johan Peter Holtsmark, "Vegard, Lars," i *Norsk biografisk leksikon* (Oslo: Aschehoug, 1975). 525.

⁸² Ibid. 525.

2.8 Vegard på terskelen av en karriere

Forståelsen av Lars Vegards ballast som vitenskapsmann i 1907 oppstår i spennet mellom hans egen ærgjerrighet, hans utdanningsløp og Birkeland-Bjerknes-tradisjonen. Vegard var opplagt svært ambisiøs og hadde hele livet valgt utdanning som middel til sosial oppdrift. Nå var han etablert i universitetskulturen. Den fremste karrieremuligheten lå nå i å arbeide for Kristian Birkeland og ta del i forskningsmiljøet rundt ham. Gjennom sitt kjennskap til Birkeland og sitt vel gjennomførte assistentarbeid, hadde han gjort sin entre i det aktive norske nordlysmiljøet. Han var nå en av Birkelands begavede assistenter og hadde opparbeidet seg en hel del kunnskap om det norske spesialfeltet. Samtidig hadde Vegard vist at han også hadde evner og interesse for å drive helt selvstendig vitenskapelig arbeid. Hans fordypning i løsninger og osmose foregikk totalt uten sammenheng med naturfenomener. Vegards virksomhet etter avlagt eksamen pekte i altså to retninger. Hans ene identitet var å være Birkelands assistent, den andre var å være selvstendig teoretiker. Jeg synes ikke det er fullstendig dekkende å si at Vegards norske ballast plasserer ham i Birkeland-Bjerknes-tradisjonen. Han ble tidlig en del av den, men han forfulgte andre karriereveier også. Dessuten viste han tidlig sin internasjonale orientering. I 1907 var Vegard 27 år og ferdig utdannet i den norske skole. Skulle han tilegne seg ny kunnskap og leve ut ambisjonene måtte han utenlands.

Den tiden Vegard ikke befant seg i Norge blir naturlig nok blir enda mer sentralt for vår forståelse av ham som en internasjonal fysiker. Vegard som vitenskapsmann ble formet, både gjennom studietiden og gjennom sitt innpass i et vitenskapelig miljø. Det jeg kaller hans formative fase stanser imidlertid ikke med arbeidet for Birkeland. Jeg skal i de neste kapitlene følge Vegard på hans vitenskapelige studieopphold i Cambridge, Leeds og Würzburg. Imellom de to siste utenlandsoppholdene hadde han et intermesso i Norge, og jeg skal vise at han på denne korte tiden anvendte deler av lærdommen han hadde fått internasjonalt til å endre det norske fysikkmiljøet. Under utenlandsoppholdene var Vegard dessuten innstilt på å skaffe seg et bredt nettverk, og han opprettholdt kontaktene han fikk gjennom hele sin tidlige karriere.

3 Vegard i Cambridge

Stedet Lars Vegard valgte å reise til, da han i 1907 fikk universitetsstipend var blant verdens desidert mest presisjefulle sentre for eksperimentalfysikk, Cavendish-laboratoriet ved Universitetet i Cambridge. I dette kapittelet skal jeg beskrive hvordan Vegard fikk innpass i den særegne kulturen ved institusjonen, og jeg skal beskrive nokså inngående fysikken han lærte der.

3.1 Cavendish-laboratoriet

I 1884 ble den 27 år gamle Joseph John Thomson (1856-1940) tildelt Cavendish-professoratet i eksperimentell fysikk. Han etterfulgte dermed James Clerk Maxwell (1851-1879) som hadde ledet Cavendish-laboratoriet fra det ble opprettet i 1871 til 1879 og Lord Rayleigh (1842-1919) som satt fra 1879 til 1884. Thomson hadde gjort oppsiktsvekkende arbeid innen både teori- og eksperimentalfysikk, blant annet hadde han i 1881 vist hvordan Maxwells lover impliserer at et elektrisk ladet legeme i bevegelse blir tyngre dersom hastigheten øker.⁸³ I 1899 publiserte Thomson eksperimentene som senere skulle bli anerkjent som oppdagelsen av elektronet.⁸⁴ Dette ga naturligvis Cavendish-laboratoriet positiv publisitet og inspirerte til stor aktivitet. I 1906 ble Thomson tildelt nobelprisen i fysikk, noe som økte både hans og laboratoriets status ytterligere.⁸⁵ Lord Rayleigh hadde for øvrig fått prisen i 1904. Med slike meritter var Cavendish-laboratoriet et sted som framsto som fristende for unge ambisiøse fysikere.

3.2 Vegards opphold

Lars Vegard var allerede sommeren 1907 fast bestemt på å reise til Cambridge. Dette skriver han i det tidligere nevnte brevet til moren.⁸⁶ Han forteller at han har tilbrakt sommeren på Bygdøy med engelskmannen Dr. Fox (Denis L. Fox) som var ansatt ved havforskningslaboratoriet. Vegard skriver at Fox "var som du kan tenke godt inde i

⁸³ J. G. Crowther, *The Cavendish Laboratory 1874-1974* (London: MacMillan, 1974), 107.

Dette resultatet foregriper Einsteins relativitetsteori og må ha vært svært uventet i 1881.

⁸⁴ JJ Thomson, "On the theory of the conduction of electricity through gases by charged ions," *Philosophical Magazine* 47(1899).

For forklaring se Mauro Dardo, *Nobel laureates and twentieth-century physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 2004).

⁸⁵ Crowther, *The Cavendish Laboratory 1874-1974*, 140.

⁸⁶ Vegard til Grundesdatter, 15. september 1907.

forholdene ved de engelske universiteter, noget jeg selvfølgelig drog mig til nytte, da jeg jo til jul skal reise til England.” Han fortsetter med å fortelle at han har besluttet å reise til Cambridge. Thomson hadde nettopp fått nobelprisen, og Cavendish-laboratoriet hadde en særegen status. Cambridge var derfor det opplagte valg for den ambisiøse og løfterike Birkeland-assistenten. Det knytter seg en viss usikkerhet til det nøyaktige tidspunktet for når Vegard drar til Cambridge, men de fleste kildene, inkludert hans egne ord i jubileumsskriftet for studentene fra 1899, indikerer at han dro dit tidlig på året 1908. I en av Vegards notatbøker ser vi at han den 22. januar 1908 leser seg opp på J. J. Thomsons hovedverk *Conduction of Electricity through gases* fra 1903.⁸⁷ Vegard sprengeleser og rekker gjennom store deler av boka. Kladdeboka har 54 sider med notater fra denne ene dagen før han tar opp tråden to dager senere. Thomsons bok var Vegards forberedelseslitteratur og forble standardverket under hele oppholdet. Den oppsummerte det man til da visste om elektronet, dets egenskaper, samt gassers ledningsevne.⁸⁸

Cavendish-laboratoriet vokste betydelig både i størrelse og aktivitet det første tiåret av 1900-tallet. J. G. Crowther som skriver jubileumsverket *The Cavendish Laboratory 1874-1974*, gjør rede for dette. Blant annet donerte Lord Rayleigh 5000 pund av prispengene sine fra nobelprisen. Disse pengene ble, etter initiativ fra Thomson, brukt til å utvide laboratoriet med en ny fløy.⁸⁹ Denne sto ferdig tidlig i 1908, altså omtrent samtidig med at Vegard ankom byen og laboratoriet. Vegard kunne ta del i eksperimenter og forelesninger, alt lokalisert på Cavendish-laboratoriets område. Crowther beskriver hvordan universitetets manglende finanser, også etter utvidelsen, førte til forelesninger i provisoriske og overfylte rom. For Vegard må det uansett ha vært et steg opp fra å ha blitt undervist i matematikk av Elling Holst i en leilighet i Ruseløkkveien, slik Olaf Devik beskriver.⁹⁰

Vegard fulgte forelesninger, men var ikke en alminnelig student og avla ingen eksamener. Han var universitetsstipendiat, lønnet av universitetet i Kristiania. Tiden utenom forelesningene brukte han på selvstendig forskningsarbeid, veiledet av blant andre Thomson. Den første tiden sto ikke dette i sentrum, men etter hvert som han tillærte seg ferdigheter og kunnskap opptok forskningen mer og mer av tiden hans. Han startet med å fortsette sine

⁸⁷ J.J. Thomson, *Conduction of electricity through gases* (Cambridge: Cambridge University press, 1903).

⁸⁸ Crowther, *The Cavendish Laboratory 1874-1974*, 148.

⁸⁹ Ibid, 152-153.

⁹⁰ Devik, *Blant fiskere, forskere og andre folk*, 10.

studier på osmose, men i desember 1909 begynte han for fullt med eksperimentalfysikk på elektrisitet og ledningsevne i Thomsons laboratorium.

Thomson holdt to forelesningsrekker i året, en om materiens egenskaper og en om elektrisitet og magnetisme. Ut i fra Vegards notater ser vi at han fulgte begge to, i likhet med så å si alle andre som var tilknyttet laboratoriet.⁹¹ Blant annet greier Thomson den 15. februar 1909 ut om likestrøm, vekselstrøm og Maxwells teorier. Dette kan betegnes som alminnelig, grunnleggende fysikk som var del av standard allmenn fysikkutdannelse på denne tiden (og er fremdeles). Thomson befant seg samtidig på forskningsfronten og hadde god oversikt over hva slags tematikk som var i vinden. Dette kunne han utnytte når han gikk gjennom den teoretiske kanon. I tillegg fulgte Vegard Joseph Larmors (1857-1942) forelesninger. Larmor tok blant annet opp termodynamikk, elektrisk oscillasjon og ledningsevne. Forelesningene hans var altså delvis overlappende i tematikk med Thomsons (spesielt på elektrisitet), men dekket også andre deler av fysikken slik som termodynamikk og energibetraktninger.

Spesielt var Thomsons forelesninger om elektrisitet aktuelle og må ha vært inspirerende for Vegards arbeid. I en forelesning i januar 1909 snakker Thomson om ledning av elektrisitet gjennom gasser og hvordan man rent praktisk kan utføre målinger på dette. I Vegards notater kan vi lese:

The universal appearance of the phenomena is first resently been considered. We shall fast give some information of the instruments.

Goldleaf electroscope.

We might ask why we go back to electroscopes instead of electrometers. If the old (...) electrometer had great capacity, so instruments with a small capacity is the best for our purposes. The goldleaf is fixed with a rod in a piece of quarts. The beams must be read by a reading microscope. Prof. Rutherford uses still this form. We must be carefull not to have high potential vires (connected) in connection with air.

Surround them with conductors put to earth.⁹²

Jeg tar ikke med dette eksempelet fordi det er viktig å forstå hva Thomsons forelesninger handlet om. Dette utvalgte eksempelet viser hvordan Thomson knytter sammen samtidens forskning med utviklingen av eksperimentalfysikk. Han går nokså detaljert inn på hvordan man skal måle elektriske egenskaper ved hjelp av instrumentene elektrometer og elektroskop. Forelesningen er både en historisk gjennomgang av utviklingen av slik apparatur, samt praktisk orientering om hvordan den skal anvendes. Vegard bruker etter hvert slike apparater flittig i sine egne eksperimenter, så han har nok tatt i bruk teoretisk informasjon fra disse forelesningene, samtidig som han har lært ved å studere andre og bli veiledet i laboratoriet.

⁹¹ Crowther, *The Cavendish Laboratory 1874-1974*, 155.

⁹² "Lectures by Professor J. J. Thomson", 1909, Lars Vegards notatbøker, Fysisk Institutt Universitetet i Oslo.

Vegard absorberes inn i den særpregete Cavendish-kulturen. Spesielle teknikker innefor praktisk laboratoriearbeid, instrumenter som fungerer på en spesiell måte, veiledning fra eksperter på bestemte detaljer, observasjon og utforsking, alt dette bidrar til at han innretter seg etter den rådende vitenskapelige kulturen. Summen av slik taus kunnskap ispedd teori fra forelesninger og Thomsons lærebok, gir Vegard innpass i Cavendish-miljøet. Den eksperimentelle delen av fysikken ble regnet som den viktigste ved institusjonen og skulle prioriteres. Crowther skriver for eksempel: "J.J.'s saving of fees, the ingenuity devoted to working in inadequate rooms with too little apparatus, were part of the price paid for the preservation of the traditional Cambridge and British social values. But the preservation of these values also gave a return in originality."⁹³ Det var tydeligvis et ideal at Cambridges stolte arv skulle ivaretas gjennom forskningen, i hvert fall gjør Crowther et poeng ut av dette.



"Physics Research Students" ved Cavendish-laboratoriet i Cambridge, 1908 eller 1909. Lars Vegard står bakerst helt til venstre. Den eldre herren på første rad er J. J. Thomson.

⁹³ Crowther, *The Cavendish Laboratory 1874-1974*, 158.

3.3 Vitenskapelig produksjon

Vegard begynte sitt opphold i Cambridge med å videreføre sitt arbeid med osmose, men gikk imponerende hurtig over til å drive med tilsvarende forskning som Thomson og de øvrige ved laboratoriet var opptatt av. I løpet av tiden han befant seg ved Cavendish-laboratoriet videreformidlet Thomson fire av artiklene hans til ledende tidsskrifter. Tre ganger til *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* og en gang til *Philosophical Magazine*. Dette innebærer at det sto innledningsvis i artikkelen at den var ”communicated by Professor Sir J. J. Thomson”, noe som gjorde det mulig å få den publisert gjennom de lukkede vitenskapelige selskapene. Kun medlemmer av disse hadde anledning til å publisere artikler i tidsskriftene, så assistenter og studenter slik som Vegard kunne bare få presentert forskningsresultater med hjelp fra et etablert medlem. Dette var alminnelig praksis. I disse tilfellene gikk J.J. Thomson god for artiklene, noe som unektelig ga dem et kvalitetsstempel. Arbeidene var imidlertid Lars Vegards egne.

Den første artikkelen Thomson videreformidlet var ”Researches upon Osmosis and Osmotic Pressure” levert sommeren 1908.⁹⁴ Vegard forteller i artikkelen at arbeidet for det meste ble gjort i Kristiania, men at enkelte eksperimenter utført i Cambridge er inkludert. Siden Cavendish-laboratoriet hadde større ressurser og bedre utstyr, kunne han utvide eksperimenteringen til også å inneholde betraktninger omkring elektrisitet. Artiklene er dessuten bearbeidet og slutført på Cavendish-laboratoriet. Arbeidet har vært meget tidkrevende, konstruksjonen av cellene i løsningen og de første delene av apparaturen ble gjort i mars 1906. Vegard gjør dessuten rede for utfordringer han opplevde med de praktiske eksperimentene. Uten å gå i detalj skriver han at vanskelighetene var større enn forutsett, samt at han bare hadde noen få timer å vie til arbeidet per dag. Å gjøre klar løsningene og arbeidsmetodene tok store deler av arbeidsdagen.

Få måneder senere er Vegard ferdig med en ny, delvis overlappende artikkel ”On the Free Pressure in Osmosis” som ble levert i november 1908.⁹⁵ Arbeidet omtales av Kragh som Vegards første vitenskapelige verk.⁹⁶ Det stemmer bare delvis, i og med at ”Researches upon Osmosis and Osmotic Pressure” også er basert på metodiske undersøkelser og er noen

⁹⁴ Lars Vegard, "Researches upon Osmosis and Osmotic Pressure," *Philosophical Magazine* XVI, no. 92 (1908).

⁹⁵ Lars Vegard, "On the Free Pressure in Osmosis," *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* XV(1908).

⁹⁶ Helge Kragh, "The Spectrum of the Aurora Borealis: From Enigma to Laboratory Science," *Historical Studies in the Natural Sciences* 39, no. 4 (2009), 386-387.

måneder eldre. De to artiklene er relativt like og representerer i ulike aspekter ved det samme arbeidet. Sett i forhold til artikkelen Vegard fikk publisert mens han ennå befant seg i Kristiania, er de interessante fordi de inneholder eksperimentelt arbeid. Vegard gjorde flere forsøk på osmoseegenskaper: Han undersøkte størrelser som friksjonsmotstand ("Frictional Resistance"), osmosehastighet ("Osmotic Velocities"), likevektstrykk (equilibrium pressure) og ledningsevne. Et viktig instrument i arbeidet var et såkalt osmometer, et instrument som måler hvor konsentrert en løsning er. Ole Krogness så Vegards navn i *Nature* i forbindelse med utgivelsen av denne artikkelen og spøker om at kameraten nå måtte være stolt som en liten hest.⁹⁷ Det var han utvilsomt også. Professor Larmor skrøt av arbeidet og fortalte at han selv hadde forsøkt å løse det samme problemet uten å lykkes.⁹⁸ Et halvt år senere, i juni 1909, leverte Vegard oppfølgingsartikkelen "On some general Properties of Mixed Solutions". Dette var den fjerde og siste osmoseartikkelen hans, og i den tok han opp tråden fra den aller første. Den består av teoretiske utgreiinger om blant annet osmosestrykk og viser Vegards matematiske ferdigheter. Arbeidet med denne, samt "On the Free Pressure in Osmosis" ble i all hovedsak utført i Cambridge.

På høsten 1908 startet Vegard for alvor med mer typisk Cavendish-forskning, og i mars 1909 fikk han publisert artikkelen "An experiment on ionisation with γ rays" i *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*.⁹⁹ Artikkelen er relativt kort og følger et enkelt og velkjent oppsett der han lanserer en hypotese med en kort teoretisk begrunnelse. Deretter gjør han rede for eksperimentene, og så presenteres resultatene med en kort konklusjon. Utgangspunktet for arbeidet er en gass som blir ionisert av røntgen- eller gammastråling.¹⁰⁰ Han ønsket å studere hvordan ioniseringen foregår, det vil si virkningen som ioniseringspulsen (eterbølgene) har på molekylene i gassen. Dette hadde Thomson drøftet i *Conduction of Electricity through Gases*. Vegard hadde som kjent studert denne boka inngående fra januar 1908. Han påpeker at Thomson blant annet hevder at molekylene i gassen har ulik posisjon relativt til pulsen. Dette kan skje fordi eterbølgen har en struktur, en bestemt sammensetning.¹⁰¹

⁹⁷ Krogness til Lars Vegard, 19. desember 1908, Fysisk institutt Universitetet i Oslo.

⁹⁸ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*. 34.

⁹⁹ Lars Vegard, "An experiment on ionisation with γ rays," *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* XV. Part II(1909).

¹⁰⁰ Ionisering vil si å gjøre et objekt elektrisk ladet, ved enten å tilføre eller fjerne ladete partikler. Røntgen- og gammastråling er elektromagnetisk stråling med stor energi, større energi enn synlig lys.

¹⁰¹ Vegards omtaler her altså eter, stoffet det var vanlig å anta at elektromagnetiske bølger spredte seg gjennom. Tanken om eteren mistet gjennomslag etter framveksten av relativitetsteori og kvantefysikk.

Vegard vil imidlertid teste en annen mulighet for posisjonsforskjellen. Han ser for seg at molekylene har bestemte retninger de ioniseres i. Han utfører dermed en serie eksperimenter der han tester om ionisering av gammastråler er en "additive property" (om ioniseringen kan akkumuleres). Denne egenskapen skal kunne si noe om det finnes bestemte ioniseringsretninger eller ikke. Vegard beskriver det eksperimentelle oppsettet slik:

The ionising chamber had the form of a flat cylinder (length 4.9 cm., diam. 15.5 cm.). The ends of the cylinder were made of aluminium plates, the tube itself of a thin aluminium sheet. A circular aluminium plate was fixed inside the cylinder perpendicular to its axis by means of an aluminium rod connected to an electroscope of the Wilson type. The rod was surrounded by a guard-ring which was connected to earth, insulated from the rod by means of sulphur, and fixed to the chamber by a plug of ebonite. The wires leading to the electroscope were surrounded in the usual way by conductors connected to earth.¹⁰²

Det må ha vært stimulerende for Vegard å komme til et laboratorium med ressurser og muligheter til å drive slik forskning. Eksperimentet beskrevet i utdraget skiller seg fra alt han har gjort tidligere. Han nevner mange stoffer, gjenstander og apparater han ikke kan ha vært borte i hjemme i Norge. Selv om Kristian Birkeland og hans assistent Diedrichson hadde vært oppfinnsomme med eksperimenter, var dette private undersøkelser få andre hadde tatt del i. Vegard hadde ikke sett eksperimentalfysikk på dette nivået tidligere.

Vegard legger ved tabeller for blant annet potensialgradient (Volt per centimeter), katodefall (Volt) og anodefall (Volt) som funksjon av strømstyrke (Ampere). Resultatene viser at ionisering av luft med gammastråler er en "additive property". Med andre ord er resultatene negative i den forstand at Vegard finner ingenting som styrker hypotesen om bestemte ioniseringsretninger i molekylene.

Vegards neste vitenskapelige arbeid "The Electric Discharge through the Gases HCl, HBr, & HI", ble publisert allerede i oktober 1909, denne gang i *Philosophical Magazine*. Artikkelen avsluttes med ordene: "In conclusion, I wish to thank Sir J. J. Thomson for suggesting the work to me", og den undertegnes "Cavendish Laboratory, May 1st, 1909."¹⁰³ I motsetning til den første artikkelen, som er relativt kort, er denne svært omfattende. Vegard arbeidet iherdig, for det gikk kun to måneder fra den første artikkelen ble utgitt til den andre ble slutført (merk at det nok gikk litt tid fra den første artikkelen var ferdig til den kom på trykk). Vegard takker også Ebenezer Everett, Thomsons laboratorieassistent siden 1886, for hjelp med glassblåsing ("the glasswork"). Everett hadde nok hjulpet Vegard en hel del med det eksperimentelle

¹⁰² Vegard, "An experiment on ionisation with γ rays.", 78.

¹⁰³ Lars Vegard, "On the Electric Discharge through the Gases HCl, HBr, and HI," *Philosophical Magazine Series 6* 18, no. 106 (1909).

oppsettet og representerte uvurderlig teknisk kunnskap som Vegard neppe kunne lære seg selv. Everett kunne lite fysikk, men var dyktig innen oppsett og produksjon av apparatur og arbeidet tett med den mer teoretisk anlagte Thomson. Han var selvlært innen glassblåsing, men produserte alle former for rør og kolber Thomson og de øvrige forskerne trengte.¹⁰⁴ I dette tilfellet besto oppsettet for det meste av et vakuumsrørsystem i flere deler. Røret ble tappet for luft og syre ble ført inn. Dette dannet noe gass som ble ledet gjennom et nytt rør og uønskede molekyler som vanndamp ble fjernet slik at den ønskede gassen ble dannet. Strøm ved forskjellig styrke ble sendt gjennom gassen, hvorpå strømstyrken ble målt med et galvanometer, mens potensialforskjellen (spenningen) ble målt med et kvadrantelektrometer, som Thomson hadde redegjort for egenskapene til.

Vegard testet elektrisk utladning gjennom tre gasser: hydrogenklorid, hydrogenbromid og hydrogenjodid.¹⁰⁵ Bakgrunnen var et lignende arbeid av tyskeren W. Matthies, og motivasjonen var å utvide kunnskapsfeltet om ulike gassers elektriske egenskaper. Resultatene viste at de tre gassene i all hovedsak ledet strøm som ”elementary gases”, med enkelte mindre særtrekk.

Jeg har her gitt nokså detaljerte skildringer av Vegards forskning. En av årsakene til det er å vise det faglige nivået han la seg på og den vitenskapelige tradisjonen han ble en del av. Vegard hadde ingen erfaring med denne typen praktisk fysikk fra Norge, men lærte seg raskt ulike teknikker og praksiser. I tillegg fulgte han forelesninger og tok del i det daglige livet ved prestisjeinstitusjonen.

3.4 Faglig utbytte

Vegards faglige utbytte av oppholdet i Cambridge er udiskutabelt. Han fulgte forelesninger av Thomson og Larmor, han videreførte sitt gamle arbeid fra Kristiania, pluss at han ikke minst tillærte seg ferdigheter innenfor samtidens mest tidsriktige eksperimentalfysikk. Etter ett år i Cambridge kunne han gjøre avanserte laboratorieforsøk med elektrisitet og radioaktivitet. I tillegg knyttet han kontakter med en rekke dyktige og velansette fysikere.

¹⁰⁴ Crowther, *The Cavendish Laboratory 1874-1974*, 111, 293.

¹⁰⁵ Elektrisk utladning vil simpelthen si hvordan et stoff, for eksempel en gass, leder elektrisitet. Dette kan foregå på flere ulike måter. Hydrogenklorid, hydrogenbromid og hydrogenjodid er syrer, men har gassform når de ikke er løst i vann.

I boka *A History of the Cavendish Laboratory (1871-1910)*¹⁰⁶, blir Vegard (som Louis Vegard), nevnt i oversikten over personer tidligere tilknyttet laboratoriet. Det står at han nå er ”Demonstrator” ved universitetet i Kristiania. I tillegg blir arbeidet hans om løsninger nevnt eksplisitt et annet sted i boka, nærmere bestemt i en passasje som vil understreke at forskningen drevet ved institusjonen har vært allsidig.

Attention must also be directed to E. F. Burton's work (1906) on colloidal solutions of metals, (...) also to Barlow's (1905, 1906) and Vegard's (1908-1909) work in an allied field, osmosis, a phenomenon which the continued efforts of physicists for thirty years have done little to elucidate. The idea seems to be widely current that the Cavendish Laboratory is a place of narrow specialisation, that all the researches carried out in it are directed to the solution of a small branch of physical problems, which have little connexion with the general body of the science. (...) But this view of the work of the Laboratory is absolutely false.¹⁰⁷

At Vegard videreførte sitt arbeid med osmose den første tiden i Cambridge, blir tatt til inntekt for den angivelig svært allsidige virksomheten ved Cavendish-laboratoriet. Vegard styrker den anonyme forfatterens poeng til en viss grad, men osmose var på ingen måte Vegards hovedgeskjeft ved oppholdet. Han gikk hele tiden inn for å innrette seg i forsamlingen av eksperimentalfysikere ledet av J. J. Thomson. Det er imidlertid tydelig at Vegard hadde blitt lagt merke til (om ikke alle hadde fornavnet hans fullstendig på det rene).

Ikke alle som var tilknyttet Cavendish-laboratoriet drev utelukkende med eksperimentell forskning. Gregory Good hevder i sitt arbeid om geofysikerne Patrick Blackett (1897-1974) og Edward Bullard (1907-1980) at overraskende mange studenter og forskere ved institusjonen gjorde viktige bidrag innenfor feltene vi i dag kaller geofysikk.¹⁰⁸ Dette selv om man aldri fikk formell undervisning i disse grenene av fysikken. Spesielt var tendensen tydelig under Ernest Rutherfords ledelse av laboratoriet (1919-1937). Både Blackett og Bullard hadde studert eksperimentalfysikk, uten direkte anvendelse innenfor geofysikk, under Cavendish. Lars Vegard blir trukket fram som en av disse som gjorde karriere i geofysikk på grunn av, eller til tross for, sitt opphold på Cavendish-laben. Dette er en spennende observasjon av Good, og det er interessant at han trekker fram Vegard. Jeg vil imidlertid påpeke at Vegard allerede var på geofysikksporet før han kom til Cambridge. Da Vegard oppholdt seg i Cambridge hadde han som kjent nettopp bistått Birkeland i å få ferdig hans store verk med nordlysobservasjoner. Det er altså ikke slik at Lars Vegard begynte å interessere seg for geofysiske problemstillinger (nordlys) på grunn av sitt opphold, men han

¹⁰⁶ Longmans Green and Company, *A History of the Cavendish Laboratory: 1871-1910* (1910) (London: Kessinger Publishing, LLC, 2009).

¹⁰⁷ Ibid, 248.

¹⁰⁸ Gregory A. Good, "Rutherford's geophysicists," *Physics Today* 63, no. 7 (2010).

fikk impulser som han anvendte, om enn indirekte, innen nordlysforskning flere år senere. Det virker også tydelig at miljøet ved Cavendish-laboratoriet var åpent for og stimulerte til bred forskning innenfor ulike grener av vitenskapen, selv om institusjonen i utgangspunktet var et senter for en bestemt type av fysikk. Dette utnyttet Lars Vegard til det fulle. Han tilegnet seg Cavendish-laboratoriets eksklusive kunnskap innen eksperimentalfysikk. Samtidig beholdt han en del av sitt gamle fokus gjennom arbeidet med osmoseartiklene. Når han da igjen, noen år senere, tok opp nordlystråden igjen, kunne han komme med nye innfallsvinkler til feltet. Grovt sagt vil jeg hevde at Cavendish-laboratoriets konsentrerte fokus, men brede anvendelser, kom Lars Vegard til nytte når han reetablerte seg i det norske miljøet. I Cambridge hadde Vegard blitt styrket i troen på at han kunne utrette noe.

4 Vegard i Leeds

Vegard hadde utenlandsstipend for to år, men valgte etter om lag ett og et halvt år i Cambridge å dra videre til en annen, og helt nyopprettet, forskningsinstitusjon. Han hadde fått kontakt med den nyetablerte professoren William Bragg i Leeds og dro dit for å være med på å bygge opp et forskningsmiljø. I dette kapittelet skal jeg gi tilsvarende skildringer av Vegards virksomhet som i det foregående kapittelet. Jeg vil dessuten peke på enkelte viktige forskjeller mellom de to miljøene, samt forskjeller på Vegards inntreden i dem.

4.1 William Bragg

I mars 1909 ankom den australske fysikeren William Bragg (1862-1942) Leeds.¹⁰⁹ Bragg var i oktober 1907 blitt ansatt i stillingen som fysikkprofessor ved universitetet i byen, med anbefalinger fra blant annet J. J. Thomson, Joseph Larmor, Arthur Schuster og Ernest Rutherford.¹¹⁰ Bragg hadde i sin studietid fått stipend til å studere på Trinity College i Cambridge og var der fra 1881 til 1885, da han ble utnevnt til professor i matematikk og eksperimentalfysikk i Adelaide i Australia, bare 23 år gammel.

Bragg virket som professor i Adelaide i 23 år, men først etter 13 år, i 1898, begynte han å forske aktivt. Til å begynne med fokuserte han på radioaktivitet, blant annet inspirert av den etter hvert meget berømte Ernest Rutherford (1871-1937). Rutherford hadde, på vei fra hjemlandet New Zealand til forskeropphold i Storbritannia, oppholdt seg en tid hos Bragg i Adelaide.¹¹¹ Braggs forskning ga etter hvert resultater og internasjonal anerkjennelse. Han ble for eksempel medlem av "the Fellowship of the Royal Society" i London i 1907. I tillegg til radioaktivitet var Bragg opptatt av røntgenstrålingens natur. Det var vanlig å mene at strålene var elektromagnetiske bølgepulser. For eksempel representerte Thomson og Charles Barkla (1877-1944) denne eterbølgeteorien. Bragg på den annen side, mente at røntgenstråler besto av partikler. Dette begrunnet han med at man aldri observerte typiske bølgefenomen som brytning og spredning i røntgeneksperimenter.¹¹² Fra 1906 (altså tre år før Vegard arbeidet hos ham) gjorde Bragg flere forsøk som skulle styrke denne teorien. I tillegg ble han involvert

¹⁰⁹ John Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science* (Oxford: Oxford University Press, 2008), 301.

¹¹⁰ Ibid, 276.

¹¹¹ John Jenkin, "A Unique Partnership: William and Lawrence Bragg and the 1915 Nobel Prize in Physics," *Minerva* 39, no. 4 (2001), 376.

¹¹² Ibid, 377.

i en offentlig diskusjon om røntgenstrålenes natur med Barkla, som jo var en markant ambassadør for eterbølgeteorien.

På plass i Leeds kunne Bragg rapportere til sin tidligere assistent Arthur Rogers:

The Leeds laboratories are very curious; but I think they can be made quite workable. There is one gigantic room [in the 'physics sheds'] which would take 200 students at a time, & I really think I shall put all the students in that I can, and leave all the rest for private work. I am to have a good bit of money to spend on apparatus and I think I ought to make a good thing of it. It does not look much of a workshop after yours; I wish I might have you for a while.¹¹³

Bragg var skuffet over arbeidsforholdene i starten av oppholdet. Han måtte bygge seg opp fra grunnen. Det fantes verken forskere, utstyr eller akseptable laboratoriefasiliteter. Universitetet hadde i det hele tatt ingen kultur for forskning.¹¹⁴ Forgjengeren hans W. Stroud bemerket da også at universitetet i hans tid led av akutt armod ("acute penury").¹¹⁵ Det ble en prioritert oppgave å forbedre laboratoriefasilitetene, og Bragg klarte raskt å tiltrekke seg nye studenter og assistenter. Han hadde et godt rykte i Cambridge og flere unge fysikere spurte om de kunne komme og arbeide hos ham, inkludert Lars Vegard. Bragg ønsket alle velkommen, fordi de tillot ham å komme i gang med forskningsprogrammet sitt raskere enn han ville klart alene.¹¹⁶

I årsberetningen for universitetet i 1908-1909 står det at han hadde samlet nødvendige apparater for forsøk innen radioaktivitet. Laboratoriet ble innredet slik at seks forskere kunne arbeide parallelt. I rapporten står det videre:

Dr Beatty and Dr Kleeman came from Cambridge early in July. The former took in hand a difficult experiment, which...is now giving interesting results. The latter has nearly completed a preliminary survey of a new field of research, and will probably have results to publish within the next few weeks. Mr Vegard came later from Kristiania, and has completed an important experiment on the polarisation of Röntgen rays; he is now extending it. Mr Thirkill, of Clare Collage, Cambridge, came in September, and has just finished the construction for some alpha-ray experiments.¹¹⁷

Vi ser her at Lars Vegard var en av Braggs aller første medarbeidere. Arbeidet hans blir sågar karakterisert som viktig. John Jenkin gir da også Vegard en svært viktig rolle i Braggs vitenskapelige karriere. De andre forskerne som blir nevnt i utdraget kom alle fra Cambridge. Viktigst av disse var nok Richard Kleeman som hadde vært Braggs aller første student i

¹¹³ Bragg sitert i Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*. 301.

¹¹⁴ John Jenkin, epost til meg, 21. oktober 2010.

¹¹⁵ Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*. 303.

¹¹⁶ Jenkin, epost til meg, 21. oktober 2010.

¹¹⁷ Bragg sitert i Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*. 303-304.

Adelaide, og var en nær samarbeidspartner gjennom mange år.¹¹⁸ I 1909 skrev Bragg til Kleeman og ba ham om å komme fra Cambridge til Leeds for å hjelpe til. Parallelt med denne forskningen drev Kleeman også med arbeid under Thomson i Cambridge.¹¹⁹

John Jenkin gir Vegard en viktig rolle i historien om Bragg, men han har ikke helt klart for seg utviklingen av Vegards karriere. Jenkin omtaler Vegard som student fra 1899 – 1912. Dette er en upresis karakteristikk. Vegard arbeidet ved universitetet i Kristiania og for Birkeland i 1906-1907, var stipendiat i 1908-1909 og amanuensis i 1910-1911. I 1911 fikk han på nytt stipend for å reise til Würzburg. Han var altså ikke student etter 1905, men derimot lønnet av universitetet. Statusen hans i Cambridge, Leeds og Würzburg var heller neppe som en alminnelig student. På den annen side var han helt avhengig av utenlandsoppholdene for å skaffe seg spesialkompetanse innenfor fysikk. Det var umulig å lære tilstrekkelig hjemme i Norge. Vegard dro ut for å studere internasjonal fysikk, men kan ikke sies å ha vært student.

4.2 Vegards opphold og vitenskapelige produksjon

Vegard tilbrakte vårsemesteret 1909 i Cambridge og ankom Leeds på sensommeren eller høsten 1909.¹²⁰ I tillegg til at Bragg nevner dette i rapporten, bekrefter Vegard det selv i artikkelen om elektrisk utladning gjennom ulike stoffer. Den undertegnes "Cavendish Laboratory, May 1st, 1909".¹²¹ I januar 1910 var han på plass igjen i Kristiania så han tilbrakte kun ett semester i Leeds. I motsetning til i Cambridge fulgte han ingen undervisning. Han arbeidet på heltid med røntgeneksperimenter i Braggs splitter nye laboratorium. Der fikk han større frihet og ble satset på i en grad han så langt i karrieren ikke hadde opplevd. I Cambridge lærte han en hel del og arbeidet side om side med berømte vitenskapsmenn, men det var trangere om plassen, og han fikk ikke like tett oppfølging. I Leeds var han med på å bygge opp et intimt forskningsmiljø, anført av en meget ambisiøs William Bragg.

¹¹⁸ Ibid, 202.

¹¹⁹ Ibid, 304.

RD Kleeman, "On the Direction of Motion of an Electron Ejected from an Atom by Ultra-Violet Light," *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character* 84, no. 568 (1910).

¹²⁰ Ikke 1. januar som det står i Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 16.

¹²¹ Vegard, "On the Electric Discharge through the Gases HCl, HBr, and HI.."

Det er verdt å merke seg at forskningen Vegard utførte i Leeds skiller seg fra forskningen han utførte i Cambridge. I Cambridge drev han med elektrisitet og radioaktivitet, mens i Leeds tok han for seg røntgenstråling. Vegard viser seg her som en stor pragmatiker og tilpasser seg de rammene som er lagt ved forskningsinstitusjonene. Som jeg snart skal vise, drar han faktisk fra Thomson til Bragg for å underbygge Braggs synspunkt i en diskusjon med nettopp Thomson. Frontene mellom disse var imidlertid neppe så steile at dette kunne tolkes som mistillitt til Thomson og Cavendish-miljøet. Vegard hadde et halvt år igjen av stipendiatet sitt og så en mulighet til å få nye, friske impulser. Når han først var i Leeds var det opplagt å innrette seg etter forskningen de skulle drive med der. Han var ikke i en posisjon der det ville være hensiktsmessig å skille seg ut, ei heller hadde han den nødvendige faglige tyngden til å uten videre gå å opposisjon. Han var der for å lære og arbeidet med det jeg inspirert av Kuhn vil kalle ”puzzle solving”. Han innrettet seg som en god normalvitenskapsmann.

I årsberetningen fra Leeds-universitetet for 1909-1910 står det oppført en publikasjon av Vegard. Dette er: ”On the polarisation of X-rays compared with their power of exciting high velocity cathode rays” som ble trykket i *Proceedings of the Royal Society of London*.¹²² Totalt ble det publisert fem artikler fra miljøet i Leeds i denne perioden, i tillegg til Vegards artikkel kom det to fra Kleeman og to fra Bragg selv.¹²³ Vegards arbeid ble utført høsten 1909, og selve artikkelen ble formidlet av Bragg til Royal Society 8. desember dette året. Denne artikkelen var resultatet av det eksperimentelle arbeidet Vegard gjorde under sitt opphold i Leeds.

Motivasjonen for eksperimentene, som tydelig var Braggs ide, var å bidra til å klargjøre røntgenstrålenes natur. Underforstått betyr dette at han skulle styrke Braggs hypotese om at strålingen besto av partikler. Blant andre Thomson og Barkla hevdet, som nevnt tidligere, at røntgenstråler spredte seg som bølger gjennom eter, og at eteren hadde oppbygning, såkalte kraftlinjer, som energien beveget seg langs. Det hadde blitt påvist av Barkla at røntgenstrålene viste polariseringseffekter.¹²⁴ Siden polarisering er et bølgefænomen svekket dette

¹²² Lars Vegard, "On the Polarisation of X-Rays Compared with Their Power of Exciting High Velocity Cathode Rays," *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character* 83, no. 564 (1910).

¹²³ Bragg sitert i Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*. 307.

¹²⁴ C.G. Barkla, "Polarisation in secondary Rontgen radiation," *Proceedings of the Royal Society of London. Series A* 77, no. 516 (1906).

I fysikk innebærer polarisering at en eller annen fysisk størrelse er orientert i en bestemt retning framfor en annen. Elektromagnetiske bølger er polarisert når svingningene foregår i en bestemt retning eller i bestemte plan i forhold til hverandre.

partikkelteorien. Bragg lanserte dermed en hypotese om at røntgenstråling består av to separate og ulike stråler. Den første strålen (primærstrålen) er polarisert på den andre (sekundærstrålen), mens denne igjen sender ut (emitterer) elektronstråler med høy hastighet. Vegard ville undersøke dette ved rett og slett å teste om det var polarisering i den første strålen. Han innleder sin artikkel med å peke på svakheter ved begge teoriene:

I shall here confine myself to mentioning that one of the chief difficulties on the ether pulse theory is to explain the properties of secondary cathode rays, as the latter, on account of the relation existing between their velocity and the hardness of the bulb, must be supposed to get their energy from the exciting X-rays. What may be said to offer some difficulty to the neutral pair theory is the existence of polarisation, and although Bragg has called attention to the fact that the neutral pairs possess all properties which are necessary to produce asymmetric phenomena of the kind termed polarisation, there still remains some difficulty in explaining that the polarisation is able to make itself felt already in the primary beam, and to explain why certain directions of spin of the doublet should be more likely to occur than others.¹²⁵

Vegard inntar her tilsynelatende en mellomposisjon mellom de to ståstedene og påpeker vanskeligheter som han kaller det, med begge teoriene. Han kjenner både Bragg og Thomson godt, ambassadører for hver sin teori. Forskingen er imidlertid utført i Braggs laboratorium, veiledet av Bragg og konkluderer med støtte til Braggs hypotese. Vegards innledning er også farget av dette. Han trekker fram svakheten ved eterbølgeteorien til Thomson og Barkla ved å skrive at han skal begrense seg til å nevne en hovedvanskelighet. Svakheten til Braggs partikkelteori blir omtalt som noe som kan sies å by på enkelte vanskeligheter. Det er forskjell på formuleringene "one of the chief difficulties" og "what may be said to offer some difficulties". Usikkerheten ved partikkelteorien er knyttet til om polarisasjonen kan opptre i primærstrålen, og det er dette han forsøker å vise. Klarer han det vil han styrke Braggs teori, til tross for at polarisering er et typisk bølgefenomen.

Vegard måtte behandle materialer og apparatur på en hensiktsmessig måte uten at han hadde så mange personer han kunne få til å hjelpe seg. Det var et lite miljø der det ikke krevdes stor fordypning før man var den med best forutsetninger for det aktuelle eksperimentet. Det krevdes både tekniske ferdigheter, kreativ sans og tålmodighet for å bli istand til å utføre målinger på røntgenstrålene. Vegards første skisse av hoveddelene av apparatet minner veldig om det endelige oppsettet, så det er nok riktig som Jenkin sier at det i all hovedsak var Bragg som designet apparaturen.¹²⁶ Vegard prøvde likevel en rekke forskjellige løsninger før alt fungerte tilfredsstillende, noe skissene hans indikerer. Notatene viser et virvar av utregninger

¹²⁵ Vegard, "On the Polarisation of X-Rays Compared with Their Power of Exciting High Velocity Cathode Rays." 379.

¹²⁶ Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*, 308.'

og måleresultater. I notatbøkene finnes det for øvrig referanser til et stort antall artikler som han leser seg opp på; mange flere enn det henvises til i den endelige artikkelen. Disse notatene er i all hovedsak skrevet etter resultatene og utregningene. Vegard har i all hovedsak knyttet resultatene sine opp mot teorien i etterkant av eksperimentene.

Vegard arbeidet ut i fra flere muligheter for hvordan polariseringen kan forklares. Den ene muligheten, som var basert på Bragg, var at primærstrålen består av to deler, der en er polarisert og en er upolarisert. En annen mulighet var at graden av polarisasjon avhenger av energien til røntgenstrålingen. Dette impliserer at de to delene av primærstrålen bidrar i ulik grad til å produsere sækundærstrålen og dermed elektronene.¹²⁷ Vegard konkluderer med at det finnes polarisering i primærstrålingen. Jenkin oppsummerer: "The apparatus, designed by William, was complex, the experimental work by Vegard was extensive, and the results confirming these possibilities seemed convincing."¹²⁸

Arbeidets resultat, at det observeres polarisasjon av primærstrålen, er verdt å bite seg merke i. Spørsmålet er hvordan dette skal tolkes. Hva tar egentlig Vegard dette til inntekt for?

Arbeidet er som nevnt gjort på en tid da det var et stort ubesvart spørsmål om røntgenstråling var bølger eller partikler. Arbeidet er utført i laboratoriet til og i samarbeid med en av de mest markante partikkeltalsmennene. Det vil derfor være mest naturlig hvis Vegard konkluderer til støtte for partikkelhypotesen. Polarisering er på den annen side et typisk bølgefennomen, selv om Bragg, gjennom inndelingen av røntgenstråler i primær- og sekundærstråle, fremdeles mente at partikkelteorien hadde stor forklaringskraft. Vegard velger å ikke uttrykke noe bestemt i den ene eller den andre retning, men hele artikkelen er tydeligvis formulert med målet om å ikke gå hardt imot Braggs teorier. At røntgenstrålen er todelt, der kun primærstrålen er polarisert og sekundærstrålen eksiterer elektroner, var viktig for Braggs hypotese, og Vegard konkluderer med at det er i primærstrålen polariseringen foregår.

Jeg synes det er interessant å legge merke til at Vegards fortolkning av sitt eget arbeide endrer seg i takt med det allmenne synet på røntgenstrålingens natur. I en oversiktsartikkel utgitt i 1921, "Røntgenstrålerne og deres betydning for fysikken", refererer Vegard til arbeidet sitt, men konkluderer ut i fra samtidens gjeldende forestillinger. Han skriver at den klassiske elektronteorien, deriblant altså Braggs partikkelteori, ikke strekker til når man vil forklare bølgeegenskapene til røntgenstrålene. En konsekvens av bølgeteorien, skriver han, ville være

¹²⁷ Ibid, 308.

¹²⁸ Ibid, 308.

at strålingen fra anoden i 90 graders retning på katodestrålen, måtte være polarisert.¹²⁹ Dette er Barklas teori lett omskrevet. Vegard skriver at polarisasjonens eksistens ble ”nøiaktig prøvet” av ham selv i Leeds. I 1921 tar Vegard altså dette resultatet til inntekt for at røntgenstrålene er transversale bølger. I artikkelen fra 1910 bruker han det samme til å plassere seg i en slags mellomposisjon mellom Barkla og Bragg med implisitt sympati for sistnevntes partikkelteori.

Den gjeldende oppfatningen i dag er imidlertid at all elektromagnetisk stråling, deriblant synlig lys og røntgenstråling, ikke er enten partikler eller bølger, men begge deler. Denne ideen om lysets bølge- og partikkeldualitet fikk ikke gjennomslag før franskmannen Louis de Broglie i 1924 lanserte tanken at materie kan forevise bølgeegenskaper.¹³⁰ De Broglies hypotese, som var en av flere radikale påstander fra 1920-tallets kvantefysikk, førte til at den utmanøvrerte tanken om lyspartikler ble løftet fram igjen.

Under et radioforedrag i 1939 gjør Lars Vegards rede for sitt reviderte syn. Han skriver:

Lyset er noe som forener i sig visse egenskaper, hvorav enkelte har en viss likhet med dem vi møter hos den materielle partikkel, mens andre egenskaper minner om dem vi finner hos en bølgebevegelse. Et slikt lyskvantum kalles et foton. I mekanisk forstand er et foton verken en bølge eller en partikkel, men noe som minner om begge deler, men som er for elementært og fundamentalt til å kunne anskueliggjøres. Denne dobbeltnatur som vi møter hos lyset, har nu vist sig å være en grunnegenskap ved all materie.¹³¹

Vegards forklaring er velformulert og i klartekst, selv om fenomenet han beskriver er nærmest ubegripelig. Passasjen blir spesielt interessant når man er klar over hvilke roller han selv har spilt i veien fram mot denne erkjennelsen. Lars Vegard var en aktiv deltaker og bidro til forskningsfeltet gjennom sitt arbeid om polarisasjon av røntgenstråling. Han reviderte sin oppfatning etter som kunnskapssfæren ble utvidet. Denne vitenskapelige opportunismen kjennetegner en forsker som hele tiden ønsker å være aktuell. I årene Vegard formet sin karriere skjedde det flere store og uventede oppdagelser i fysikken. Disse ledet til gjennomgripende forandringer i fysikkerkjennelsen. Lars Vegard hadde beleilig nok maktet å plassere arbeidet sitt i en mellomposisjon slik at han hadde rett til å strekke det i ulike retninger. Han kunne tas til inntekt for ulike fortolkninger av røntgenstråling. Som den eneste nordmann bidro han i diskusjonene som førte til dagens oppfatning av lysets natur.

¹²⁹ Lars Vegard, "Røntgenstrålerne og deres betydning for fysiken," *Naturen* juli - august(1921), 216.

¹³⁰ L. De Broglie, "Recherches sur la théorie des quanta" (1924).

¹³¹ Lars Vegard, "Veien til kunnskap om naturen," i *Naturvitenskapelig erkjennelse og vår livsinnstilling*, red. Lars Vegard og Kristine Bonnevie (Oslo: J.M. Stenersens forlag, 1939), 30-31.

Jeg vil påstå at Vegard her fikk betalt for sin evne til å drive normalvitenskap under ulike rammer. Kvantefysikkens gjennombrudd fører nærmest til at alle får rett og alle tar feil samtidig. I en slik kaotisk situasjon er mellomposisjonen som Vegard har manøvrert seg inn i gjennom hardt arbeid og en imponerende lærevilje, både gunstig og karrierefremmende. Han kan betraktes som en opportunist og en streber, men samtidig som lojal, flittig og ydmyk.

4.3 Personlig utbytte

Artikkelen og det vitenskapelige arbeidet fra Leeds er viktig også dersom man ser helt bort fra innholdet. "On the Polarisation of X-rays Compared with Their Power of Exciting High Velocity Cathode Rays" viser hvordan Vegard bidro til oppbygningen av fysikkmiljøet rundt Bragg i Leeds. På svært kort tid hadde man skaffet til veie laboratorium, fått i stand apparatur og utført eksperimenter. Oppfølgingen fra Bragg var tett. Vegard takker ham i artikkelen både for å foreslå temaet for eksperimentet og for den interessen han hadde vist underveis i prosessen. Vegards arbeid var en forlengelse av Braggs egen forskning, og det var i alles interesse ved det lille instituttet at man hjalp hverandre og trakk i samme retning.

Vegard var altså bare noen få måneder i Leeds, men de var til gjengjeld svært fruktbare. Hovedgrunnen til dette var den personlige relasjonen han fikk med William Bragg. Jeg skal i et senere kapittel vise hvordan Vegards gode kontakt med Bragg førte til vitenskapelig gjennombrudd. Oppholdet ga ham også førstehånds kjennskap til hvordan man bygger opp et laboratorium og et forskningsmiljø, i tillegg til at han lærte svært mye om røntgenstråling. I Cambridge var alle fasilitetene på plass fra før, og Cavendish-laboratoriet hadde i tillegg sterk forankring i tradisjonen og britisk universitetskultur. Under veiledning av Thomson ble Vegard innpodet i dette særegne miljøet. I Leeds fikk han derimot innblikk i et mindre, nyopprettet miljø der alle drev med forskning innen det samme spesifikke tema. Vegard var selv med på å forme dette miljøet. Han gjorde omfattende og viktig arbeid for å bidra til Braggs vitenskapelige prosjekt. Selv om Vegard aldri tok opp den samme forskningen igjen, må Bragg-laboratoriet ha fortonet seg som en særdeles viktig læringsarena. Han hadde nå lært fysikk i god avstand fra det norske nordlysmiljøet. Forskningsobjektene, forskningsmetoden og det kollegiale samholdet var gjennomgående forskjellig fra i Norge. Vegard reiste ut for å utvide kunnskapshorisonten, noe han definitivt lyktes med. I tillegg fikk han innpass i en helt ny vitenskapelig kultur. Han lærte å drive vitenskap med andre forutsetninger og etter andre prinsipper enn han var vant med. Forskningen han utførte, ble attpåtil lagt merke til. Han

gjorde seg bemerket på to utenlandske arenaer og det fristet naturlig nok å bevare fotfestet på disse stedene. Innblikk i kontrasten mellom de to ulike britiske miljøene ga ham i tillegg faglig og personlig ballast. Vegard arbeidet seg delvis ut av den norske tradisjonen ved hjelp av nye impulser. Denne lærdommen brukte han senere til å internasjonalisere det norske fysikkmiljøet gjennom temavalg, arbeidsmetoder og bruk av assistenter.

5 Intermesso i Norge

Jeg har nå beskrevet Vegards virksomhet ved to forskjellige vitenskapelige miljøer i England. I tråd med oppgavens tilnærming har jeg fulgt Vegard tett og forsøkt å fange opp hvilken lærdom han tilegnet seg. I dette kapittelet skal jeg vise hvordan han brukte de utenlandske impulsene på det norske miljøet, samtidig som han opprettholdt ambisjonen om en internasjonal karriere. Kapittelet er kalt intermesso nettopp for å spille på det at han var i Norge en relativt kort periode mellom to utenlandsopphold. Jeg mener det var utenlandsoppholdene som var viktigst i Lars Vegards tidlige karriere, men på dette halvannet året i Kristiania utrettet han mye og viste seg å være både nasjonalt og internasjonalt orientert.

5.1 Amanuensisstillingen

Etter to år i England vendte Lars Vegard hjem til Norge i januar 1910 og gikk inn i en stilling som amanuensis ved universitetet. Der fikk han ansvar for laboratorieundervisningen i fysikk og holdt vårsemesteret 1910 forelesninger i “Ionisation og ionisationskilder” for fem tilhørere.¹³² Her kunne han øse av kunnskapen han hadde ervervet i Cambridge. Temaene hadde ikke blitt berørt i hans egen studietid, men hos J. J. Thomson hadde de fått god plass. Disse forelesningene er det første eksempelet på Vegards internasjonalisering av det norske fysikkmiljøet. Publikum på fem fikk indirekte ta del i fysikk slik det ble lagt fram i Cambridge.

Vegard brakte med seg til Norge nye tanker om hvordan drive et fysisk institutt. Han ønsket å legge større vekt på laboratoriebasert vitenskap og satte umiddelbart i gang med å bygge opp eksperimentelle fasiliteter lignende de han hadde brukt i England. Han fulgte i første rekke opp praksiser han hadde lært i Cambridge, det vil si elektrisitet og gassers ledningsevne. Ut i fra notatene hans ser vi at han den 30. august 1910 starter eksperimenter som han noterer i en bok merket ”Fysiske maalinge”. Han brukte altså et drøyt halvår på få på plass det tekniske utstyret. Han hadde også en assistent til å hjelpe seg i arbeidet, hovedfagsstudenten Olaf Frivold (1885-1944). Vegard skrev senere om ham:

I den tid han holdt på med hovedfaget, var jeg amanuensis i fysikk og blev straks opmerksom på at jeg stod overfor en ung mann med usedvanlig gode anlegg for eksperimentalfysikk, og særlig for arbeider som stillet store krav til omhyggelig planleggelse og stor målenøyaktighet. Mens han holdt på med fysikkstudiet, hjalp han mig som privatassistent med en del undersøkelser over katodeforstøvning og

¹³² Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 16.

elektrisk absorpsjon ved utladninger i vakuumrør. Disse undersøkelser krevet bl. a. en ytterst nøiaktig veining av meget små stoffmengder, og student Frivold hjalp mig på en utmerket måte med utførelsen av disse undersøkelser.¹³³

Assistenten var nyttig både til hjelp med praktisk arbeid og avlesning av instrumenter, men også for å bygge opp et miljø rundt Vegard og hans virksomhet. Vegards rosende ord tyder på at Frivold gjorde en verdifull innsats. Vegard hadde en finger med i spillet da Frivold kort tid etter dro på studieopphold i utlandet.¹³⁴

Kristian Birkeland drev på denne tiden med meget omfattende eksperimentering, og i 1911 utvidet han sitt laboratorium. Det er imidlertid usannsynlig at det var noe vitenskapelig samarbeid mellom Birkeland og Vegard på denne tiden. Olaf Devik var assistent for Birkeland fra 1911 og beskriver i *Blant fiskere, forskere og andre folk* utførlig virksomheten ved laboratoriet, men Vegard nevnes ikke, bortsett fra assistansen med det teoretiske arbeidet i 1906-1907.¹³⁵ Birkelands laboratorium, med høyspentmaskin og vakuumkar, var beregnet å understøtte hans egne nordlysteorier, mens Vegards apparatur skulle brukes til eksperimenter slik som dem som ble utført på Cavendish-laboratoriet. Vegard forsøkte, i den grad det fantes ressurser til det, å kopiere instrumentene han benyttet i Cambridge. Olaf Devik hevder i tillegg at Birkelands laboratorium sto urørt fra 1913 til 1917, mens Birkeland levde sine siste begivenhetsrike år utenlands.¹³⁶ Det taler også et tydelig språk om at Birkeland og Vegards eksperimentelle virksomhet foregikk helt uavhengig av hverandre. Forskningen som Vegard bedrev var altså ikke bare ulik Birkelands forskning, men upåvirket av den. Kristian Birkeland innførte eksperimentalfysikk i Norge, men Vegard ser ikke til ham for inspirasjon. Han er påvirket av britiske eksperimentister. Senere i kapittelet skal jeg peke på at Birkelands eksperimentering ikke fikk betydning for andre enn ham selv, mens Vegard innledet en spesifikk eksperimentell praksis ved Fysisk institutt.

Ved siden av foreleseren og forskeren ved universitetet ser vi i denne tidsperiode de første eksemplene på Vegard som forskningsformidler for et bredere publikum. Statusen hans har blitt forhøyet og han kan tale med pondus om flere vitenskapelige emner. 28. oktober 1910 holder Vegard foredraget "Dagens Spørsmål" i Fysisk selskap. Her bringer han det nyeste

¹³³ Lars Vegard, "Dosent dr. Olaf Edvin Frivold. In memoriam," *Fra Fysikkens Verden* 6(1944), 129.

Olaf Frivold var amanuensis ved universitetet fra 1915 til et dosentur ble opprettet for ham i 1938. Hans selvstendige forskning besto for det meste av eksperimentering på magnetisme.

¹³⁴ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 36.

¹³⁵ Devik, *Blant fiskere, forskere og andre folk*, 43-44.

¹³⁶ Ibid, 74.

innen atomteori til Norge. Han foretar en vitenskapshistorisk gjennomgang av forsøkene på å finne lovmessigheter mellom elementene. Han slår et slag for atomteorien og forteller:

I alt dette ser vi en bestræbelse rettet paa at klargjøre materiens egenskaper ved at anta elementæreuforanderlige kvanta, hvis kombinationer og bevægelser skulde danne materien i dens endelige former. Dette er hvad vi kunde kalde den *kinetisk-mekaniske* anskuelse av materien.¹³⁷

Vegard forteller videre at atomene nå de siste årene har mistet sin udelelighet, gjennom at man har oppdaget at de er sammensatte av et stort antall mindre deler, der en bestanddel er de såkalte elektroner. Han avslutter kategorisk med å understreke at ”Molekylerne og atomernes fysiske realitet lar sig neppe betvile av nogen, der kan gjøre fordring på at være meningsberettiget i dette spørsmåal.”¹³⁸ Det finnes ikke lengre noen grunn til å tvile på eksistensen av atomer. Dette er moderne impulser for et interessert norsk publikum. Vegard refererer for eksempel inngående til arbeid utført de siste par år av franskmannen Jean Baptiste Perrin (1870-1942). Perrin har utforsket de såkalte brownske bevegelser og vist at det er en direkte sammenheng mellom atom- og molekyllstruktur og det observerte fenomenet. De brownske bevegelsene er et bevis på atomers eksistens.¹³⁹ Dette var i hvert fall ikke allment tilgjengelig kunnskap i Norge i 1910. Vegard er den best orienterte nordmannen på nyheter fra fysikkverdenen og ønsker å formidle nyhetene videre. Atomteorien har vært kjent blant norske fysikere i flere år, men det er Vegard som serverer dokumentasjonen om atomets eksistens. Han anser dette både som sitt ansvar og som en mulighet til å vinne økt anseelse.

5.2 Brevet til Thomson

¹³⁷ Lars Vegard, "Molekylernes størrelse," *Tidsskrift for kemi, farmaci og terapi (Pharmacia)* (1910), 2. Den kinetisk-mekaniske anskuelse, som Vegard kaller troen på grunnleggende byggestener i naturen, hadde mot slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet konkurranse med flere andre måter å forstå naturens oppbygning på. Et konkurrerende syn, som Vegard selv nevner, er det energetiske verdensbildet. Dette knyttes framfor alt til den tyske fysikeren og kjemikeren Wilhelm Ostwald (1853-1932). I det energetiske verdensbildet er fysiske fenomener egentlig energiprosesser. Atomer kunne ikke sanses og kunne dermed ikke ligge til grunn for vitenskapen. For mye mer om Ostwald og det energetiske verdensbildet se Rune Schjøllberg, "Sløs energi ei, nyttiggjør den!: Wilhelm Ostwalds energetiske Weltanschauung og naturalismens svanesang" (Hovedoppgave, Universitetet i Oslo, 2005).

Se også avsnittet i denne oppgaven om Vilhelm Bjerknes og hans store tiltro til Hertz' vektlegging av mekaniske prinsipper.

¹³⁸ Vegard, "Molekylernes størrelse.", 12-13.

¹³⁹ Brownske bevegelser ble observert av Robert Brown (1773-1858) i 1827. Han studerte gjennom et mikroskop pollenkorn som fløt i vann og oppdaget at de beveget seg tilfeldig i alle retninger. Albert Einstein formulerte i 1905 en matematisk modell som forklarte bevegelsen. Einsteins modell tolket bevegelsene som utslag av stadige støt mot partiklene fra vannmolekyler i bevegelse. Perrin bekreftet Einsteins teori eksperimentelt. Han klarte samtidig å anslå molekylenees størrelse.

Det er artig å observere at Vegard bare henviser til Perrin, ikke til den da totalt ukjente Albert Einstein. Se *ibid*, 4-8.

I arkivene til universitetsbiblioteket i Cambridge finnes det ett spor av Lars Vegard, nemlig et brev til J. J. Thomson datert 8. juli 1910.¹⁴⁰ Den nyansatte amanuensen sender et høyst interessant brev til sin tidligere veileder. Henvisninger til korrespondansen finnes ikke i noe tidligere verk om Vegard, så det virker som brevet har vært ukjent fram til nå. Vegard forsøker å opprettholde kontakten med Thomson og sender ham en upublisert artikkel han gjerne vil få utgitt. Arbeidet bak artikkelen ble utført det siste semesteret han var i Cambridge, det vil si våren 1909, men resultatene har ikke blitt publiseringsklare før nå. Oppholdet i Leeds og oppgavene som amanuensis har forsinket arbeidet. Vegard ber Thomson om å videreformidle artikkelen til enten Roy. Soc. (*Proceedings of the Royal Society*) eller Phil. Mag (*Philosophical Magazine*). Resultatene det her er snakk om ble imidlertid aldri publisert i noen av de to tidsskriftene. Thomson tok ikke artikkelen videre. Dette er interessant i seg selv. Muligens var ikke Thomson interessert i Vegards arbeid, eller kanskje var ikke artikkelen bra nok. Det kan også ha vært andre omstendigheter som gjorde at den ikke ble publisert i prestisjetidsskriftene slik som Vegard ønsket seg. Det var imidlertid ikke unaturlig at Vegard ba Thomson om denne tjenesten, for Thomson hadde videreformidlet fire artikler mens Vegard oppholdt seg på Cavendish-laboratoriet.

Selve arbeidet som Vegard utførte i Cambridge, og som han nevner for Thomson, var eksperimenter på elektrisk absorpsjon. Vegard hadde studert absorpsjon i nitrogen ved å bruke elektroder av flere forskjellige metaller, og han hevdet at absorpsjonen i nitrogen følger samme lovmessighet som han hadde vist tidligere med oksygen.¹⁴¹ Vegard ante tydeligvis at de var en sammenheng mellom absorpsjon og disintegrasjon mens han var på Cavendish-laboratoriet, for han forteller Thomson at det er dette han har lyst til å forske videre på hjemme i Kristiania. Det var imidlertid omstendelig å gjenskape laboratoriefasilitetene som trengtes for å fortsette forsøkene i Norge der han slapp i Cambridge. Han brukte det halve året fra han kom til Norge til han skriver brevet på å bygge opp fasilitetene for eksperimentalfysikk. Så fort apparaturen kom i stand, satte han i gang med laboratoriearbeid. I flere notatbøker fra høsten 1910 og våren 1911 har han skrevet inn resultater fra eksperimenter.

¹⁴⁰ Lars Vegard til J. J. Thomson, 8. Juli 1910, Manuscripts Reading Room, Cambridge University Library. Artikkelen vedlagt til brevet har ikke blitt funnet. Brevet er gjengitt i sin helhet i vedlegg 1.

¹⁴¹ Lars Vegard, "On the Electric Absorption of Gases in Vacuum-Tubes. To the Editors of the Philosophical Magazine," *Philosophical Magazine* 32(1916).

Vegards Cambridge-inspirerte arbeid blir i det hele tatt lite påaktet. I et innlegg til *Philosophical Magazine* fra 1916, påpeker han at forskningen hans er blitt oversett.¹⁴² S. Brodetsky og B. Hodgson har i mai-utgaven av tidsskriftet fått publisert et arbeid om absorpsjon av gasser i vakuumrør.¹⁴³ Vegard skriver i innlegget at han har arbeidet med samme tema tidligere, men at Brodetsky og Hodgson har oversett hans artikkel. Han henviser først til artikkelen sin i *Phil. Mag.* i oktober 1909, der han redegjorde for eksperimenter på absorpsjon i oksygen og hydrogenbromidsyre. Eksperimentene viste at absorpsjonen var avhengig av katodefall.¹⁴⁴ Vegard la fram en hypotese om at absorpsjonen ble produsert av de hurtigbevegende positive ionene før katoden. Han skriver videre:

Further experiments were carried out at the Cavendish Laboratory in 1909 on the absorption in oxygen, helium, and hydrogen, and the results given in a paper which was put to the care of the Society of Science at Christiania, in 1910. In this paper I introduced a distinction between two kinds of absorption. One quite definite and lasting, which I called the *conservative absorption*, and another which I called *non-conservative*, and which is to designate a number of absorption phenomena which may have various causes and essentially depend on the state of the tube.¹⁴⁵

Dette er det samme arbeidet og den samme artikkelen som Vegard skriver om i brevet til Thomson. Artikkelen ble altså sendt til vitenskapsakademiet da Thomsons respons lot vente på seg. Vegard hevder at det finnes en nær sammenheng mellom absorpsjon og disintegrasjonsverdien av utladning i luft. Artikkelen er på mange måter en videreføring av artikkelen fra 1909, men med et nytt teoretisk element, en distinksjon mellom to typer elektrisk absorpsjon. Vegard går litt lengre enn i den rene empiriske redegjørelsen fra 1909-artikkelen.

Vegard ga senere ut en artikkel: "Über die elektrische Absorption in Entladungsröhren" som ble utgitt både i *Kristiania Vid. Selsk. Skr.* Nr. 7 (1913) og i *ann. Der Physik* i 1916.¹⁴⁶ I denne artikkelen refererer han til sitt tidligere arbeid ved å kun skrive "Kristiania Videnskapsselskap 1910" i en note. Det finnes imidlertid ingen spor etter denne artikkelen i

¹⁴² Vegard, "On the Electric Absorption of Gases in Vacuum-Tubes. To the Editors of the *Philosophical Magazine*."

¹⁴³ S. Brodetsky og B. Hodgson, "LV. The absorption of gases in vacuum-tubes, and allied phenomena," *Philosophical Magazine Series 6* 31, no. 185 (1916).

¹⁴⁴ Katodefall vil si markert fall i spenningen nær katoden.

Hydrogenbromidsyre er en sterk syre med kjemisk formel HBr.

¹⁴⁵ Vegard, "On the Electric Absorption of Gases in Vacuum-Tubes. To the Editors of the *Philosophical Magazine*." 240.

¹⁴⁶ Lars Vegard, "Über die elektrische Absorption in Entladungsröhren," *Videnskaps-Selskabets Skrifter. I. Math.-Naturv. Klasse*, no. 13 (1913).

Vegard, "Über die elektrische Absorption in Entladungsröhren," *Annalen der Physik* 355, no. 15 (1916).

Skrifter udgivne af Videnskabs-selskabet i Christiania 1910.¹⁴⁷ Mest sannsynlig er den aldri utgitt, så jeg synes vi bør tilgi Brodetsky og Hodgson for at de overså akkurat denne artikkelen. Artikkelen er heller ikke nevnt i Egeland, Torstveit og Pedersens oversikt over Lars Vegards vitenskapelige artikler, og det har heller ikke lyktes meg å spore den opp under arbeidet med denne oppgaven.

”Über die elektrische Absorption in Entladungsröhren” ble som allerede nevnt utgitt både i *Kristiania Vid. Selsk. Skr.* i 1913 og i *ann. Der Physik* i 1916. Innlegget i *Phil. Mag.* er datert 12. mai 1916, mens artikkelen i *ann. der Physik* er mottatt 15. mai 1916. Det var også i mai-nummeret av *Phil. Mag.* Brodetsky og Hodgsons artikkel kom på trykk. Dette er et neppe et tilfeldig sammentreff. Vegards tre år gamle artikkel blir sendt til et tysk tidsskrift samme måned som andre forskere utgir arbeid han føler ikke anerkjenner ham nok. I det samme øyeblikk han oppdager Brodetsky og Hodgsons arbeid sender han sporenstreks artikkelen sin til Tyskland. Det er et problem for Vegard at så få leser publikasjoner fra Norge.¹⁴⁸

I brevet spør Vegard Thomson dessuten om han kan tenke seg å komme til Kristiania for å holde foredrag, noe Thomson aldri gjør. Det har ikke lyktes å komme til bunns i om Thomson i det hele tatt svarer på brevet. Mest sannsynlig er dette brevet (og et eventuelt svar) den siste personlige kontakten mellom Vegard og Thomson. Vegard fortsetter å referere til Thomsons arbeid i sine artikler om ledningsevne, og han gir ham god plass i sin forelesning over selvvalgt emne til doktorgraden i 1913.¹⁴⁹ Vegard snakker her om positive stråler (kanalstråler), et felt Thomson startet med i 1907 og siden gikk mer og mer inn for.

Vegard viser at han er opptatt av å opprettholde kontakten med sin gamle læremester som tilsynelatende ikke virker like interessert i å opprettholde kontakten med Vegard. Det er samtidig interessant å se hvor opptatt Vegard er på å løfte fram forskningen sin for et internasjonalt publikum. Forskningen er basert på praksis og teknikk som han har lært i Cambridge, og den ment å bli publisert i internasjonale tidsskrifter. Deler av forskningen er imidlertid utført i Kristiania. I dette ligger et spennende aspekt. Vegard innfører altså Cavendish-inspirert eksperimentering til Norge. Jeg skal nå peke på hvorfor Lars Vegard bør krediteres for innføringen av moderne eksperimentell metode til norsk fysikk.

¹⁴⁷ Det Norske videnskaps-akademi, *Skrifter udgivne af Videnskabs-selskabet i Christiania 1910* (Kristiania: Videnskaps-akademiet, 1910).

¹⁴⁸ Lars Vegard til Wilhelm Wien, 10. mai 1916, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München.

¹⁴⁹ Lars Vegard, *Positive stråler*, Særtrykk av Tidsskrift for Kemi, Farmaci og Terapi (Pharmacia), nr 8, 9 og 10, 1913 (Kristiania: Aschehoug, 1913).

5.3 Vegard endrer eksperimentalfysikk i Norge

Vegards ett og et halvt år lange intermesso i Norge var opptakten til endringene av det norske fysikkmiljøet han senere skulle krediteres for. Vegard brakte ikke bare hjem teoretisk kunnskap de færreste her hjemme hadde og som han gjerne formidlet. Han tok også med seg helt nye temaer å drive eksperimenter på, helt nye eksperimentelle teknikker og viktigst av alt: en ny vitenskapelig-metodisk tilnærming til eksperimentalfysikk. Der Birkeland var den som innførte eksperimentalfysikk i Norge, var Vegard den som gjorde eksperimentalfysikken metodisk og etterprøvbar. Birkeland innførte aktiv eksperimentering, Vegard innførte eksperimentell metode. Forskjellen ligger først og fremst i funksjonen eksperimentet skulle ha. Birkelands terellaeksperiment var et slags nordlys i miniatyr. Terellaen spilte en viktig rolle som demonstrasjon gjennom at den klargjorde Birkelands hypoteser om nordlysets opphav. Vegards forsøk på elektrisk utladning var mindre spektakulære, men var mer metodiske, lettere å replisere og mer i tråd med eksperimentalfysikk internasjonalt. Johan Holtsmark skriver i nekrologen over Vegard at han brakte inn moderne eksperimentalfysikk på universitetet. Han forteller:

Vegard innledet en ny forskningsæra ved Fysisk institutt. Han hadde evnene i seg, og han skaffet plass og instrumenter og ikke minst, han vakte interessen hos de unge for å delta i forskningen. Før hans tid var det ikke tale om annet enn de såkalte 6-ukers hovedfagseksamensoppgaver. Det besto i at kandidaten fikk 6 uker på å forfatte en norsk stil om et oppgitt emne, og det ble da naturlig nok mest til at en slik stil ble forfattet på basis av én, eller kanskje et par kjente bøker i biblioteket. Etter at Vegard kom, ble det etterhvert slutt på dette, og studentene tok eksperimentelle oppgaver som ble utført i laboratoriet. Det var ikke plass til mer enn et par stykker, men Vegard fikk innlemmet i instituttet endel rom i 2. etasje, og her satte han igang sine røntgenarbeider med hovedfagsfolk og assistenter. Hans elever finner vi igjen i dag som kjente navn i skole og forskning.¹⁵⁰

Jeg vil hevde at dette er Vegards aller viktigste bidrag til universitets- og forskningsmiljøet. Han var miljø- og nettverksbevisst og forsto at dersom hans egen status, hans fysiske teorier og hans syn på instituttets virksomhet skulle få gjennomslag, måtte han skaffe mannskap. Han måtte motivere, utdanne og gi tillit til unge forskere som kunne videreføre hans vitenskapelige anskuelser. Tilliten og den tause kunnskapen han hadde blitt til del i Cambridge, Leeds (og Würzburg) ble, gjennom fokuset på eksperimentering i hovedfagsstudiet, videreført til et par generasjoner norske fysikkstudenter.

Birkeland var også opptatt av miljø og nettverk, og skapte det første miljøet for fysikk i Norge som blant andre Vegard tok del i og ble formet av. Birkelands voldsomme ambisjoner og

¹⁵⁰ Johan Peter Holtsmark, "Minnetale over professor Lars Vegard," *Årbok Det Norske Videnskabs-akademi* (1966), 56.

spredning av ressurser og interesse førte til at assistentene hans ofte var ansatt på midlertidig basis. Assistentene sto gjerne i et slags personlig avhengighetsforhold til ham. Vegard var (i hvert fall etter 1913) mer institusjonelt forankret og satte kunnskapsspredningen i system gjennom veiledning innenfor fysikkstudiet. Birkelands eksperimentering var privat og fikk liten betydning for instituttet for øvrig.¹⁵¹ Vegard var med på å skape et miljø sentrert rundt eksperimenteringen, og gjorde dette til en viktig del av fysisk institutt.

Vegard krediteres også for å ha vært den som innførte moderne atomteori, kvantefysikk og relativitetsteori til norsk fysikk. Bare se hva Egil Hylleraas skriver i sine gratulasjonsord i forbindelse med Vegards 80-årsdag i 1960:

Professor Vegard stod i en lang rekke år som den sentrale figur i norsk fysisk forskning. Det er fullt berettiget å si at han i vårt land har vært noe av en misjonær for den revolusjonerende form for fysisk forskning som ved en skjebnens tilskikkelse er blitt knyttet til vårt århundre. (...) Dette var midt under den største gjærings- og brytningstid den fysiske forskning noen gang er blitt utsatt for. Bølgene gikk ikke så høyt her hjemme, men sikkert godt avdempet og skulle nok ikke uro altfor meget en hvemsomhelst. Men Vegard følte dønningene og fant veien ut til England og til Tyskland, til flere av tidens første læremestre som W. H. Bragg i Leeds, J. J. Thomson i Cambridge og Wilhelm Wien i Würzburg. Foruten å erverve en grundig utdanning i datidens mest moderne eksperimentalfysikk stiftet han i denne tid også bekjentskap med den store brytning i tidens teoretisk-fysiske forestillinger, som vi gjerne knytter særlig til navnene Planck, Einstein, Rutherford og Bohr.¹⁵²

Hylleraas hedrer Vegard for å ha vært i pakt med tiden, følt endringene, satt seg inn i de nye teoriene og videreformidlet alt til det en tanke laverestående norske miljøet. Det er imidlertid naturlig å anta at dette er kunnskap som uansett ville bli spredd til Norge før eller senere. Uten å undergrave at det faktisk var Vegard, og ingen andre, som skal ha hovedæren for at det Hylleraas kaller ”den revolusjonerende form for fysisk forskning” ble brakt til universitetet, vil jeg påstå at det er viktigere å gjøre ære på Vegards endringer av eksperimentell metodikk. Når studenter systematisk blir involvert i professorenes forskning, lærer de ikke bare den aktuelle fysikken praktisk i stedet for teoretisk. Den aktive tilnærmingen kan også lede til muligheter for å videreføre forskningen eller bruke lærdommen i en ny retning. Vegard ble absorbert inn i kulturen på Cavendish-laboratoriet gjennom veiledning og taus kunnskap. Da han innførte eksperimentelle oppgaver for hovedfagsstudentene økte mulighetene for at lignende kunnskapstransport kunne foregå også ved hans eget universitet. Et tilsvarende mønster ser vi i Kristian Birkelands involvering av assistenter i nordlysobservasjoner. Det ble skapt et vitenskapelig miljø der enkelte av assistentene selv gjorde karrierer. Birkelands eksperimentalfysikk fikk imidlertid ikke slike ringvirkninger. Det var helt og holdent privat

¹⁵¹ Ibid.. 55.

¹⁵² Egil Hylleraas, ”Professor L. Vegard 80 år,” *Fra Fysikkens verden* 21, no. 2 (1959), 242-243.

virksomhet. Da Birkeland døde satte assistenten Olaf Devik laboratoriet hans i orden slik at det kunne vises fram for pressen.¹⁵³ Det ble aldri brukt igjen.

Forandringene i måten å drive eksperimentalfysikk på, og innlemmingen av studenter i aktivt laboratoriearbeid, var altså Vegards største bidrag til det norske fysikkmiljøet. Dette fordi disse endringene i stor grad kan knyttes til han som person. Han krediteres dessuten for å ha brakt nye teoretisk-fysiske forestillinger til Norge. Jeg skal senere vise at minst like viktig som Vegards rolle som formidler av nye fysikkideer til Norge, er hans egne bidrag til den samme idésfæren internasjonalt.

5.4 En slags dreining mot nordlys

2. april 1910 sendte Lars Vegard artikkelen "On the Properties of the Radiation Producing Aurora Borealis" til tidsskriftet *Archiv for matematik og naturvidenskab*. Her lanserer han for første gang egne tanker om nordlys. Arbeidet for Birkeland var opptakten, mens dette var innledningen til hans rikholdige nordlysproduksjon. Han påstår at alfastråling fra sola bidrar til nordlyset, ikke kun elektroner slik Birkeland hadde hevdet. Han antyder at han er blitt inspirert til teorien av å observere nordlys i Jotunheimen seks dager tidligere.

On the 27th of March 1910, the writer had the opportunity of examining a most brilliant aurora from the mountains of *Jotunheimen*. Brilliant draperies were formed, and they could be seen actually falling down in the direction of the streamers and one bundle adding itself to another in rapid succession, so as to form long spirals and bands.

Now we see from the draperies that their structure is exactly as would be expected if they were formed by a type of rays showing an absorption like that of α -rays.¹⁵⁴

Det er altså spesielle særtrekk ved nordlyset som får Vegard til å tro at alfastråling er årsak. Ett av disse er kjeder av lysbunter som tilsynelatende hefter seg på hverandre mens de faller mot bakken. Lyset har i tillegg ofte en markert nedre grense. Dette skal tyde på at lysdraperiene er dannet av absorberte alfastråler. Alfastråling ble beskrevet av Rutherford i 1900 og i 1907 vist å være positive heliumioner.¹⁵⁵ Vegard har ikke kraftige bevis for teoriene sine, men han påpeker at nordlys og magnetiske stormer opptrer i så mange former at det er sannsynlig at det finnes flere årsaker. Variasjonen av lysstyrke langs nordlysbåndene er

¹⁵³ Devik, *Blant fiskere, forskere og andre folk*, 74.

¹⁵⁴ Lars Vegard, "On the Properties of the Radiation producing Aurora Borealis," *Archiv for matematik og naturvidenskab* 31, no. 6 (1910), 6.

¹⁵⁵ Alfastråling er den tyngste formen for radioaktiv stråling og består av atomkjerner av grunnstoffet helium, det vil si to protoner og to nøytroner bundet sammen. Alfastråling har altså positiv ladning. Betastråling består for øvrig av elektroner og har dermed negativ ladning (kan også være positroner, det vil si elektroner bare med positiv ladning). Gammastråling er elektromagnetisk stråling (lys) med høy frekvens.

akkurat slik de ville vært dersom draperiene var dannet av alfastråler, ifølge Vegard. Belegget for dette er sammenligning med ulike arbeid på rekkevidden til alfastråling, blant andre av hans kolleger i Leeds Bragg og Kleeman.¹⁵⁶

Artikkelen er viktig av tre grunner. For det første kommer den nokså tidlig. Vegard har nettopp ankommet Norge etter to år i utlandet og har ikke hatt tid til å gjøre omfattende nordlysobservasjoner og beregninger. Innholdet i artikkelen må derfor være betraktninger som har kvernet hos ham en viss tid. For det andre går den delvis mot Birkelands teorier. Arbeidet er på ingen måte noe utfall mot Birkelands lære, men Vegard markerer at han har selvstendige oppfatninger og vil utvide Birkelands nordlysteori. For det tredje baserer artikkelen seg på fysikk han har lært i England og fysikere han har stiftet bekjentskap med der. Vi ser en sammenkobling mellom resultater fra laboratoriene og observasjoner fra fjellheimen. Dette er en blanding av det norske og det utenlandske. Han står i den norske tradisjonen og bruker sin nyervervede kunnskap til å utvide nordlyshorisonten. Artikkelen er et tegn på kunnskapsforflytning. Vegard begrunner sin hypotese med ny, internasjonalt anerkjent forskning. Det er på denne måten Vegard gjør sitt inntog i tradisjonell norsk nordlysforskning.

Den påfølgende høsten assisterer han Birkeland med ferdigstillingen av bind to av *The Norwegian Aurora Polaris Expedition* samtidig som han arbeider videre med sine egne teorier. I oppfølgingsartikkelen "On the Alpha-Ray Theory of Aurora Borealis", undertegnet 5. mai 1911, går han nøyere inn på den elektriske ladningen til partiklene fra sola som skal forårsake nordlyset.¹⁵⁷ Dersom man oppdager at positiv stråling kan forårsake nordlys vil dette gi avgjørende støtte til hans alfapartikkelteori, siden alfapartiklene har positiv ladning. Han knytter også uttalelser fra Størmer opp mot sine egne synspunkter.

De samme synspunktene lanserte han også i to kortfattede innlegg i *Nature* våren og sommeren 1911.¹⁵⁸ Innleggene er forkortede utgaver av, og har samme titler som, de to allerede nevnte artiklene. Vegard ønsket seg åpenbart internasjonal publisitet om teoriene sine.

¹⁵⁶ Vegard, "On the Properties of the Radiation producing Aurora Borealis.", 6-7.

W. H. Bragg og Richard Kleeman, "On the alpha particles of radium and their loss of range in passing through various atoms and molecules," *Philosophical Magazine* 10(1905).

¹⁵⁷ Lars Vegard, "On the Alpha-Ray Theory of Aurora Borealis," *Archiv for matematik og naturvidenskab* 31, no. 9 (1910).

¹⁵⁸ Lars Vegard, "The Radiation Producing Aurora Borealis," *Nature* 86, no. 2163 (1911).

Lars Vegard, "On the Alpha-Ray Theory of Aurora Borealis," *Nature* 87, no. 2181 (1911).

Den meget korte (en drøy side) ”Alpha-rays and comets’ tails ble undertegnet 3. juli 1911 i Kristiania og trykket i *Archiv for matematik og naturvidenskab*.¹⁵⁹ I denne artikkelen undrer han over hvorvidt alfastråling fra sola kan ha sammenheng med dannelsen av komethaler. Artikkelen er bare spekulasjon, men baserer seg på Kristian Birkelands tanke om sammenheng mellom kometer og elektrisk stråling fra sola. Denne hypotesen kan hevdes å være i tråd med Birkelands store og vanskelig gjennomførbare prosjekter. Komethaler forblir et sidespor i Vegards forskning.

Et annet sidespor fra denne hektiske perioden i Lars Vegards karriere er den franske artikkelen ”L’influence du sol sur la glaciation au Spitsberg” som ble undertegnet 24. april 1910 på fysisk institutt i Kristiania.¹⁶⁰ Den ble framlagt for det norske vitenskapsakademiet og trykket i 1912 i *Videnskapselskabets Skrifter*. Artikkelen er nok et tegn på Vegards inntreden i den norske fysikktradisjonen og hans brede interessefelt. Den omhandler Vegards betraktninger om sammenheng mellom jordsmonn og isbrefordeling på Spitsbergen og var basert på en ekspedisjon ledet av polarforskeren Gunnar Isachsen (1868-1939) i vinteren 1909-1910. Vegard publiserte altså vekselvis på engelsk, fransk, norsk og tysk.

5.5 Intermessoets innvirkning

Under Lars Vegards halvannet år lange intermesso i Norge, inneklemt mellom studieoppholdene i England og Tyskland, var han meget aktiv for å gjøre seg gjeldende innenfor det norske vitenskapelige miljøet. Vegard brakte med seg kunnskap hjem på tre ulike nivåer. 1) Forelesninger ved universitetet om ny fysikk. 2) Nytt fokus på eksperimentalfysikk, men med internasjonale tilnærminger i temavalg og metode. 3) Teorier lært i utlandet anvendt på det norske spesialfeltet nordlys. Alle disse tre aspektene av internasjonalisering av det norske fysikkfaget framviste han i løpet av året 1910. Dette året framstår dermed som et svært viktig år for Vegard sett i lys av Birkeland-Bjerknes-tradisjonen og karrierebyggingen innenfor norsk akademia. Han viste at han var en del av det norske miljøet samtidig som han satte sitt preg på det. Vegard formet miljøet i tråd med internasjonale retninger.

Ambisjonene hans overskred imidlertid norske forhold, og han ønsket å pleie kontakt med autoriteter i utlandet. I september 1911 deltok han for eksempel på en konferanse i regi av

¹⁵⁹ Lars Vegard, "Alpha-Rays and Comet's Tails," *Archiv for matematik og naturvidenskab* 31, no. 13 (1911).

¹⁶⁰ Lars Vegard, "L'Influence du Sol Sur la Glaciation Au Spitsberg," *Videnskapselskabets Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse* 1912, no. 3 (1912).

British Association for the Advancement of Science i Portsmouth.¹⁶¹ Han holdt foredrag basert på en utvidelse av arbeidet sitt om alfastråling og nordlys. Foredraget ble senere publisert i *Philosophical Magazine*.¹⁶² I Portsmouth redegjorde han grundig for teoriene om hvorfor han trodde positiv stråling ga nordlys. Han møtte dessuten William Bragg som også var til stede ved konferansen. Vegard lyktes imidlertid ikke med å opprettholde kontakten med J. J. Thomson, men satte seg fore å lære mer om Thomsons nye hovedfokus: positive stråler eller kanalstråler. Han hadde allerede besøkt sentre for katodestråler og røntgenstråler, så kanalstråler var en naturlig forlengelse. Dette var et spesialfelt på universitetet i Würzburg i Sør-Tyskland, og Vegard dro dermed dit høsten 1911.

¹⁶¹ "The British Association Meeting: Section A," *The Observatory* 34, no. 440 (1911).

¹⁶² Lars Vegard, "On the Properties of Rays producing Aurora Borealis," *Philosophical Magazine* 23(1912).

6 Vegard i Würzburg

Jeg vil nå gjøre rede for Vegards siste lengre forskningsopphold i utlandet. Som allerede nevnt var Würzburg et viktig senter for utforskning av positive stråler. Vegard hadde i England fått førstehåndskunnskap om elektrisk utladning og røntgenstråler, så positive stråler framsto som et viktig og uutforsket felt. Vegard var nå blitt eldre, mer erfaren og opparbeidet seg etter hvert en status i det tyske miljøet som overgikk statusen han hadde hatt i England. Jeg skal blant annet peke på kontakten han oppnådde med sin læremester Wilhelm Wien og sin kollega Johannes Stark, to sentrale skikkelser innen tysk fysikk. Jeg skal også få fram hvordan Vegard anvendte fysikken han lærte i Würzburg på norsk nordlysforskning, samt hvordan han presenterte nordlys som anvendelse for den tyske eksperimentalfysikken.

6.1 Wilhelm Wien

Wilhelm Wien (1864-1928) ble født i Østpreussen og studerte fysikk og matematikk i Göttingen og Berlin. I Berlin tok han også doktorgrad i 1886 mens han arbeidet i Hermann von Helmholtz' (1821-1894) laboratorium. Wien ble etter hvert professor i Aachen, deretter i Giessen før han i 1900 etterfulgte Wilhelm Röntgen (1845-1923) som fysikkprofessor i Würzburg.¹⁶³ Det var ved universitetet i denne byen Röntgen første gang observerte strålingen som bærer navnet hans, så Würzburg ble naturlig nok et kraftsenter for eksperimentering på røntgenstråling og beslektede forskningsfelt. Wilhelm Wien er mest kjent for sitt arbeid på varmestråling fra sorte legemer. Han fant ut at jo høyere temperatur legemet har, jo kortere maksimale bølgelengde har strålingen. Sammenhengen mellom temperaturen og bølgelengden kalles Wiens forskyvningslov.¹⁶⁴

I oktober 1911 dro Lars Vegard til Würzburg for å arbeide med Wien, og 10. desember samme år ble Wien tildelt nobelprisen i fysikk. Dette må ha vært tilfredsstillende også for Vegard, og han skrev i den sammenheng en omtale av nobelprisvinneren for et norsk publikum i *Tidsskrift for kemi, farmaci og terapi*.¹⁶⁵ Wien fikk prisen for sine oppdagelser innen varmestråling, og Vegard forklarer i artikkelen hva dette går ut på. Vegard vil imidlertid

¹⁶³ Dardo, *Nobel laureates and twentieth-century physics*, 79.

¹⁶⁴ Sorte legemer er ideelle legemer som absorberer all elektromagnetisk stråling. Sorte legemer sender selv ut stråling avhengig av temperaturen til legemet. Wiens lov formuleres $\lambda = k/T$, der λ står for den maksimale bølgelengden, k er en konstant og T angir temperaturen. Loven forklarer for eksempel hvorfor jern lyser med forskjellig farge etter som det blir varmere.

¹⁶⁵ Lars Vegard, "W. Wien," *Tidsskrift for kemi, farmaci og terepi (Pharmacia)*, no. 4 (1912).

også trekke fram hvor allsidig Wien er og nevner hydrodynamiske arbeider, energilokalisering, røntgenstråling og positive stråler. Vegard bringer dessuten på banen at fysikkens framtid ikke ligger i termodynamiske betraktninger slik som Wiens forskyvningslov. Han skriver:

Med den Wienske forskyvningslov er den termodynamiske metode uttømt. Saa langt metoden rekker, er resultaterne uten tvil uomstøtelige og maa bli vor operationsbasis for videre fremskritt.

Men likesom i teorien for gaser og oppløste stoffer, saa ogsaa her. Termodynamikken bringer os kun et stykke paa vei, og den lar en række fænomen, der beror paa den indre mekanisme, uopklaret.¹⁶⁶

Vegard kaster seg villig inn i en grunnlagsdebatt om fysikkens verdensbilde. Han er en dedikert representant for atomteorien. Termodynamikk og energibetraktninger (slik som for eksempel formulert i det energetiske verdensbildet), vil ikke bringe verden nærmere de underliggende årsakssammenhengene på hvorfor fysiske fenomener opptrer slik de gjør. Termodynamikken beskriver, men kan ikke forklare. Vegard skrev denne teksten på en tid da atomteorien sto sterkere enn noen gang. Oppdagelsene av røntgenstråling og elektroner drøyt ti år tidligere hadde gradvis overbevist størstedelen av det vitenskapelige miljøet om at atomene var nøkkelen til å forstå naturens struktur. Ikke bare besto verden av atomer; man måtte i tillegg begi seg inn i dem for å finne de dypere liggende sammenhenger.¹⁶⁷ I 1911 hadde dessuten ikke kvantefysikkens forvirrende logikk nådd fysikernes bevissthet, så det fantes ingen motsetninger mellom klassisk mekanikk og atomfysikk.¹⁶⁸ Vegard risikerte lite ved å ta et så sterkt standpunkt. Han var på vinnerlaget i atomismestriden.

Vegard forteller at Wien, siden han i 1900 ble professor i Würzburg, hovedsakelig har arbeidet med utladning i gasser, og spesielt med studier av røntgenstråling og kanalstråler.

¹⁶⁶ Ibid, 7.

¹⁶⁷ Lars Vegard forteller i et foredrag i 1914 hvilke oppdagelser som har ledet til innsikten i atomers sammensetning:

”Oppdagelsen av katodestraalerne, røntgenstraalerne, Becquerelstraalerne, de radioaktive stoffer samt studiet av de positive straalene gav materieforskningen nye og kraftige midler.

Ved undersøkelserne over de Brown'ske bevægelser og navnlig ved studiet av de positive straalene, er atomernes realitet nu fastslået, samtidig som en række fænomen har vist at atomerne selv ikke er de minste dele, men besidder en indre s t r u k t u r.” Se Vegard, ”Røntgenstraaler og atomstruktur.”, 1.

Vegard har selv studert samtlige fenomener.

¹⁶⁸ Den første Solvay-konferansen, initiert av industrimagnaten Ernest Solvay (1838-1922), kjemikeren Walther Nernst (1864-1941) og fysikeren Hendrik Lorentz (1853-1928), ble avholdt i Brussel i 1911. Det overordnede temaet var *La théorie du rayonnement et les quanta*, altså stråling og kvanter. Dette impliserer at kvantefysikk gjorde seg gjeldende, men konferansen var framfor alt en markering av atomteoriens triumf. Jean Baptiste Perrin oppsummerte dette ved å proklamere at ikke bare var atomer nyttige. De var også virkelige. Atomteorien, slik den var i 1911, tok inn i seg både klassisk mekanikk og nyere elektromagnetiske og termodynamiske oppdagelser. Observasjonene av kvantiserte størrelser i atomene sto ennå ikke i motsetning til den klassisk fundamenterte atomfysikk. Se Mary Jo Nye, *The Question of the atom: from the Karlsruhe Congress to the First Solvay Conference, 1860-1911 : a compilation of primary sources* (Los Angeles: Tomash Publishers, 1984), xxvii-xxix.

Vegard refererer dessuten til et kappløp mellom miljøene rundt Wien i Würzburg og Thomson i Cambridge og viser sin kjennskap til disse to forskningsmiljøene. De to miljøene arbeider begge med å forstå oppbygningen av kanalstrålene. Det er nettopp kanalstråler Vegard har reist til Tyskland for å undersøke, så han skriver entusiastisk:

Undersøkelse over kanalstraaler er for tiden et av de frugtbareste omraader inden den eksperimentelle fysik. Studiet av disse straaler vil utvilsomt faa stor betydning for vort kjendskap til atomer og molekyler, likesom man kan vente herigjennem at trænge nærmere tilbunds i selve straalingsproblemet.

Disse undersøkelser staar paa denne maate i nøieste sammenhæng med W i e n s tidligere arbeider. Endelig vil man kunne haape herigjennem at opnaa et større kjendskap til den positive elektricitets struktur – om nogen saadan findes – et forhold hvorom der endnu kun er vage formodninger.¹⁶⁹

Vegard befinner seg på forskningsfronten og gjør ikke forsøk på å skjule det. Han viser en stor tiltro til paradigmet han selv befinner seg i. Det er til og med et håp om at man gjennom de positive strålene skal trenge til bunns i selve strålingsproblemet, altså kunne forklare hvorfor sorte legemers utstråling er temperaturavhengig. Dette ville kunne gi en dyp forståelse av lysets natur. Strålingsproblemet var et stort spørsmål som sto sentralt innen fysikk på denne tiden. Vegards oppfatning var at alminnelige mekaniske eller elektromagnetiske betraktninger kom til kort. Det måtte ligge noe annet til grunn. Han siterer Wien som hevder at man står overfor to utveier. Den ene er å modifisere våre mekaniske grunnbetraktninger. Den andre er som Planck delvis har gjort, å forandre vår forestilling om utstrålingens mekanisme. Vegard snakker her om Max Plancks (1858-1947) kvantehypotese. Den ble lansert ti år tidligere og gikk ut på at strålingen blir sendt ut som små energibunter – kvanter. Kvanteteorien ble til å begynne med ikke tatt alvorlig, knapt nok av Planck selv, men skulle etter hvert ikke bare forandre forestillingen om utstrålingens mekanisme. I 1910, da Vegard holdt foredraget, var fysikkverdenen klar over Plancks teori. Mange, inkludert Vegard, hadde imidlertid større tro på at strålingsproblemet skulle løses gjennom systematisk eksperimentering, for eksempel på kanalstråler. Betydningen av slik forskning, og ikke minst Vegards fornemmelse av betydningen, kommer fram gjennom formuleringen om å trenge til bunns i strålingsproblemet. Kanalstråler var feltet der Vegard aller mest ventet seg vitenskapelige gjennombrudd. Da er det ikke overraskende at han ønsket å ta del i slik forskning selv.

Vegards omtale av Wien har tre funksjoner: Den skal informere, den skal markere og den skal framheve. I dette ligger at omtalen skal informere det norske vitenskapelige miljøet, markere Wien og Vegards eget ståsted og framheve Vegards eget forskningsprosjekt. Gjennom det

¹⁶⁹ Vegard, "W. Wien.", 10.

informative aspektet bidrar han til kunnskapsspredning om et nytt og for ham meget interessant forskningsfelt. Han har også tidligere vist at han anser formidling som viktig, og det var gunstig for ham at flere nordmenn interesserte seg for de samme vitenskapelige spørsmål som han konsentrerte seg om. Markeringen av eget ståsted kommer til uttrykk gjennom den store tiltroen han har til Wien, samt formuleringer som "Straalingsproblemet er et av tidens brændende spørsmåal" og "Termodynamikken bringer os kun et stykke paa vei."¹⁷⁰ At han i det hele tatt velger å skrive en slik artikkel om et felt han selv er inne i, er også en markering. Vegard framhever sitt eget forskningsprosjekt ved at han kobler seg selv på forskere som Thomson og Wien. Dette gjør han mer implisitt enn eksplisitt, for eksempel gjennom påstanden "Undersøkelse over kanalstraaler er for tiden et av de frugtbareste omraader inden den eksperimentelle fysik." Artikkelen er skrevet for et publikum som er klar over at Vegard tilhører en prestisjefull forskerkrets. Det er derfor ikke nødvendig å skryte uhemmet av seg selv for å framheve hvor aktuell han er.

6.2 Vegards opphold og forskning

Johan Holtmark antyder i nekrologen over Vegard nøkternt at oppholdet hos W. Wien i Würzburg ble "innledningen til hans videnskapelige karriere resten av livet, *nordlysforskningen*".¹⁷¹ Dette er en fin formulering, men likevel temmelig upresis. Vegard var for lengst involvert i nordlys før han dro til Tyskland. Dessuten kom oppholdet til nytte på en rekke andre måter. Vegard knyttet kontakter og fikk fotfeste innenfor det meget aktive eksperimentalfysikkmiljøet i Würzburg. Teorien og teknikkene han lærte ble ikke bare anvendt innenfor nordlysforskning, men gjorde ham til en førsteklasses eksperimentalfysiker.

Vegards status i Würzburg var selvstendig medarbeider og kollega. Han var allerede anerkjent som eksperimentalfysiker og fikk fordype seg i temaer og anvendelser han selv var interessert i. Like mye som det var lærerikt for Vegard å oppholde seg ved universitetet, var det en ressurs for miljøet å ha Vegard der. Han deltok aktivt i diskusjoner og oppnådde en meget god tone med Wilhelm Wien. Forholdet holdt seg godt også etter Vegards retur til Norge ett år senere. En betydelig korrespondanse mellom de to er et bevis på dette. Brevvekslingen har jeg sporet opp i arkivene til Deutsches Museum i München og består av til sammen 13 brev fra Vegard til Wien i perioden september 1912 til april 1925, samt ett fra Wien til Vegard, datert

¹⁷⁰ Ibid, 7.

¹⁷¹ Holtmark, "Minnetale over professor Lars Vegard.", 54.

mars 1915. Vegard refererer flere ganger til øvrige brev han har mottatt fra Wien, men det har ikke lyktes meg å finne noen av disse.

Vegard satte raskt i gang med laboratoriearbeid. Han var meget produktiv og arbeidet intenst i flere måneder fra november 1911 med å eksperimentelt utforske lysemisjon (utstråling) fra kanalstråler. Etter forslag fra Wien gikk Vegard inn for å studere intensitetsfordelingen i hydrogenspekteret ved forskjellige utgangsbetingelser. Dette arbeidet var enda mer omfattende enn forsøkene han hadde utført i Cambridge og Leeds. Resultatet av arbeidet ble den 58 sider lange artikkelen "Über die Lichterzeugung in Glimmlicht und Kanalsstrahlen" som ble levert inn til *Annalen der Physik* 16. juli 1912.¹⁷² Vegard ga senere selv tittelen en norsk oversettelse: "Lys frembrakt av elektriske stråler".¹⁷³ En del av resultatene hadde allerede imidlertid blitt publisert noen måneder tidligere i en beretning over virksomheten ved fysikk instituttet i Würzburg.¹⁷⁴ Wien var som allerede nevnt involvert i prosjektet, det samme var professor Friedrich Harms (1876-1946), som Vegard takker for verdifull hjelp og oppmuntring.¹⁷⁵

Vegards publisering av resultatene sine fra Würzburg ledet til en flere år lang diskusjon med Johannes Stark (1874-1957). Stark holdt på denne tiden til i Aachen og var en av de ledende fysikerne i det tyske miljøet. Han kom med flere innspill på Vegards arbeid. Starks resultat fra 1906 om at kanalstråler selv sender ut lys som man kan observere ved hjelp av dopplereffekten, var dessuten en hovedforutsetning for prosjektet.¹⁷⁶ I 1919 fikk Stark nobelprisen i fysikk både for observasjonen om dopplereffekt for lys i atomer og for oppdagelsen av splitting av atomers spektrallinjer i et elektrisk felt. Det siste resultatet fant han under arbeid med kanalstråler i 1913.¹⁷⁷ Stark var med andre ord en viktig målestokk, ved siden av Wien muligens den viktigste referanserammen for utøvere av denne typen eksperimentalfysikk.

¹⁷² Lars Vegard, "Über die Lichterzeugung in Glimmlicht und Kanalstrahlen," *Annalen der Physik* 344, no. 11 (1912), 113.

¹⁷³ Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 17.

¹⁷⁴ Lars Vegard, "Untersuchungen über die Intensitätsverhältnisse der Serienlinien des Wasserstoffs," in *Separat-Abdruck aus den Sitzungsberichten der Physikal.-med. Gesellschaft zu Würzburg*, red. Curt Kabitzsch (Würzburg: A. Stubers Verlag, 1912).

¹⁷⁵ Vegards formulering var "Ich möchte auch gern hierdurch Herrn Professor H a r m s für wertvolle Hilfe und Anregungen meinen besten Dank bringen". Se *ibid.*, 8.

¹⁷⁶ Johannes Stark, "Über die Lichtemission der Kanalstrahlen in Wasserstoff," *Annalen der Physik* 326, no. 13 (1906).

Dopplereffekt observerer man når lyd- eller lysbølger beveger seg mot eller vekk fra observatøren, for eksempel når sirenene til en brannbil tilsynelatende endrer frekvens når den kjører forbi deg.

¹⁷⁷ Dardo, *Nobel laureates and twentieth-century physics*, 116.

28. september 1912, det vil si like etter at Vegards store arbeid om kanalstråler har kommet på trykk, skriver han et brev til Wilhelm Wien.¹⁷⁸ Brevet inneholder blant annet en detaljert redegjørelse for diskusjonen med Stark som er under oppseiling. Stark har fått med seg Vegards artikkel og har uttrykt enkelte innvendinger overfor Wien, som har formidlet disse videre til Vegard. Innvendingene er nokså eksplisitte og går på Vegards resultater. Han har observert en stor spenningsforandring og Stark tolker denne i lys av forholdet mellom statisk og bevegende intensitet. Vegard tilbakeviser imidlertid kritikken som fullstendig ubegrunnet. Det er ikke nødvendig med ytterligere undersøkelser, slår han fast. Resultatene hans er uomtvistelige. Vegard forsvarer arbeidet sitt på detaljnivå, så det er tydelig at han både tar kritikken på alvor og vil stå opp for sitt eget syn.

Høsten 1912 var Johannes Stark involvert i tre diskusjoner i *Annalen der Physik*. En av dem var med Albert Einstein om bruken av Plancks konstant, en annen var med Lars Vegard om intensitetsfordelingen i kanalstrålespektre.¹⁷⁹ Dette forteller en hel del om Vegards status i det tyske miljøet. Stark leverer et 26 sider langt diskusjonsinnlegg der han plukker fra hverandre enkelte av Vegards resultater. Innholdet i artikkelen er en utdypning av innvendingene Vegard allerede har mottatt. Stark gir innledningsvis Vegard stor anerkjennelse for arbeidet. Han skriver her at studiet av lysemisjon fra kanalstråler er viktig fordi det later til å bane vei for utforskning av den grunnleggende prosessen bak lysemisjon. Wien og Fulcher har tidligere gått fram i denne retningen, men nå bringer et nylig utgitt arbeid av Vegard nye viktige framskritt, hevder Stark.¹⁸⁰ Imidlertid er flere av Vegards resultater gale, og han mener dette blant annet skyldes feil i det tekniske oppsettet.¹⁸¹ I tillegg biter han seg merke i forholdet mellom bevegende og statisk intensitet.

I november skriver Vegard til Wien og forteller at han har mottatt et brev fra Stark, men at Starks innlegg i *Annalen der Physik* ennå ikke har nådd ham.¹⁸² Han ber Wien videreformidle innlegget. Vegards svar til Stark blir dermed ikke klart før i januar 1913. Artikkelen "Zur Frage der Lichterzeugung durch Kanalstrahlen" kommer da på trykk, og Vegard¹⁸³ tilbakeviser punktvis innvendingene fra Stark. Den 23 sider lange artikkelen bærer preg av å

¹⁷⁸ Lars Vegard til Wilhelm Wien, 28. september 1912, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München.

¹⁷⁹ Johannes Stark, "Antwort an Hrn. A. Einstein," *Annalen der Physik* 344, no. 12 (1912).

Lars Vegard, "Zur Diskussion über die Intensitätsverteilung im Kanalstrahlenspektrum," *Annalen der Physik* 344, no. 16 (1912).

¹⁸⁰ Vegard, "Zur Diskussion über die Intensitätsverteilung im Kanalstrahlenspektrum.", 1185.

¹⁸¹ Ibid, 1187-1188.

¹⁸² Lars Vegard til Wilhelm Wien, 23. november 1912, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München.

¹⁸³ Lars Vegard, "Zur Frage der Lichterzeugung durch Kanalstrahlen," *Annalen der Physik* 345, no. 4 (1913).

være et forsvarsverk. Den er meget omfattende, inneholder få nye opplysninger, men Vegard forsøker å vise at han har utført eksperimentene korrekt og at resultatene hans er gyldige.

Vegard innleder med å skrive:

I et nylig utgitt arbeid, har jeg gjennom en serie observasjoner og målinger undersøkt lovene for lysutsendelse i fortynnete gasser, og særlig har lysemisjon gjennom kanalstråler vært gjenstand for en utførlig behandling.

Forsøkene som hovedsakelig angår utslipp fra hydrogenseriespekteret, har ført til resultater som står i sterk motsetning til Starks oppfatning av forholdet mellom lysemisjon og strålenes kinetiske energi.

I et nylig utgitt innlegg prøver Hr. J. Stark likevel å tolke mine observasjoner og målinger av hydrogenseriespekterets intensitetsfordeling, som om det fantes effekter som peker i favør av hans oppfatning. I tillegg vil han tolke den av meg beviste forskyvningen av forholdet mellom bevegende og statisk intensitet på en måte som er gunstig for hans oppfatning.¹⁸⁴

Utdraget er tatt med for å illustrere nivået Vegard diskuterer på. Arbeidet hans går imot Stark på viktige områder, noe Stark reagerer på. Stark prøver dermed å vri resultatene i retning av hans eget syn. De gangene det ikke går, skylder han på feil i Vegards metode og eksperimentelle oppsett. Dette vil Vegard ha seg frabedt. Han avviser både beskyldningene om feil, og ikke minst Starks forsøk på å tolke resultatene hans i en helt ny retning. Lars Vegard har stor tiltro til seg selv og sin egen forskning. Stark må gjerne presentere meningen sin, men Vegard endrer ikke på premissene for sine egne resultater. Det er en vel skolert og selvbevisst vitenskapsmann Stark her har med å gjøre. Ambisjonene og opp og frammentaliteten vi kunne ane hos den noe yngre Vegard har nå utviklet seg ytterligere. Vi observerer en skråsikker og trygg vitenskapsmann som står på terskelen til å etablere seg i toppsjiktet av internasjonale fysikere. Han deltar i viktige debatter om samtidens mest moteriktige fysikk. Det er ikke disse sidene av ham Johan Holtsmark vektlegger når han skriver at oppholdet i Würzburg ble innledningen til Vegards videnskapelige karriere resten av livet, nordlysforskningen. Selv om Holtsmark har helt rett i dette utsagnet, fantes det flere andre aspekter ved oppholdet enn det ene han finner det for godt å nevne.

Stark har fått forsvarsartikkelen til gjennomlesning før den trykkes, så svaret hans kommer umiddelbart, i det samme nummeret. Han skriver meget kort at med mindre Vegard kan frambringe noen andre resultater enn de han har sett allerede, kan han ikke overbevises om at Vegard har rett i sine antakelser.¹⁸⁵ Diskusjonen dør ut her, men gjenoppstår fire år senere, da

¹⁸⁴ Min oversettelse. Se *ibid*, 711.

¹⁸⁵ Johannes Stark, "Bemerkung zu vorstehender Arbeit des Hrn. L. Vegard," *Annalen der Physik* 345, no. 4 (1913), 735.

Stark nok en gang kritiserer et av Vegards arbeider. Vegard går oppskriftsmessig i forsvarsposisjon denne gangen også.¹⁸⁶

Vegard hadde våren 1913 fremdeles upubliserte målinger og observasjoner som han sammenfattet til artikkelen "Lichterzeugung durch Kanalstrahlen von Stickstoff und Sauerstoff" som kan betraktes som et oppfølgingsarbeid til "Über die Lichterzeugung in Glimmlicht und Kanalstrahlen". Artikkelen er betydelig kortere enn den foregående avhandlingen, og bygger på laboratoriearbeid han utførte i Würzburg sommeren 1912.¹⁸⁷ De utførte eksperimentene og måten de formidles på, minner veldig om hans forrige artikkel. En forskjell er imidlertid at Vegard her går inn på anvendelsen om de positive strålers sammenheng med komethaler. Kosmiske anvendelser var jo en viktig motivasjon for å studere slik stråling inngående. Han går riktignok ikke spesielt dypt inn i problemstillingen. Artikkelen forteller oss imidlertid at kosmiske fenomener er bevart som beveggrunn for forskningen hans. Han går aldri langt fra å bruke elementer fra Birkeland-Bjerknes-tradisjonen som tema i forskning og formidling. Dette gjør han selvfølgelig fordi han anser det som viktig og interessant forskning. Han ønsker å løfte fram nordlys og andre kosmiske fenomener for et internasjonalt publikum. Temaer fra den norske Birkeland-Bjerknes-tradisjonen kunne, ispedd topp moderne eksperimentalfysikk være relevant også i utlandet. Den norske fysikken vakte da også en viss oppmerksomhet internasjonalt. Birkeland ble for eksempel nominert til nobelprisen sju ganger mellom 1907 og 1917, mens Bjerknes ble nominert fire ganger på 1920-tallet.¹⁸⁸ Selv om det var et faktum at de norske spesialfeltene kunne gjøre seg gjeldende utenlands, var personlig prestisje trolig en viktigere beveggrunn for Vegard enn prestisje på nasjonens vegne. Det var på den annen side ingen motsetning mellom personlig og nasjonal motivasjon. Vegard ønske var helt enkelt å utvide forskningsfeltet kanalstråler til å også omfatte kosmisk fysikk. Dette ville være gunstig for ham, for andre norske fysikere og for de utenlandske fysikere som tok inn over seg den nye anvendelsen.

¹⁸⁶ Vegard utgir i 1916 en mellomting mellom en vitenskapelig artikkel og et debattinnlegg. En von Hirsch har dratt enkelte av Vegards tidligere resultater i tvil, noe han selvsagt ønsker å tilbakevise. I tillegg gir han en oversikt over sine egne observasjoner på lysutstråling fra kanalstråler. Stark går deretter hardt ut mot Vegard, fordi Vegard skal ha påstått at Stark har brukt resultatene hans. Dette vil ikke Stark høre snakk om. Vegard tar deretter til motmæle nok en gang. De omtalte innleggene er de følgende:

RV Hirsch, "Versuche über das Leuchten der Wasserstoff-Kanalstrahlen," *Annalen der Physik* 354(1916).

Lars Vegard, "Über die Lichterregung bei den Kanalstrahlen," *Annalen der Physik* 357, no. 1 (1917).

Johannes Stark, "Bemerkung zu der Mitteilung des Hrn. Vegard" Über die Lichterregung bei den Kanalstrahlen,,, *Annalen der Physik* 357, no. 5 (1917).

Lars Vegard, "Antwort an Herrn J. Stark," *Annalen der Physik* 358, no. 15 (1918).

¹⁸⁷ Lars Vegard, "Lichterzeugung durch Kanalstrahlen von Stickstoff und Sauerstoff," *Annalen der Physik* 346, no. 8 (1913).

¹⁸⁸ Kragh, "The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists.", 30.

6.3 Doktorgrad og nye bidrag til nordlysforskningen

”Über die Lichterzeugung in Glimmlicht und Kanalsstrahlen”, eller ”Lys frembrakt av elektriske stråler”, dannet utgangspunkt for Vegards doktorgrad som han forsvarte på nyåret 1913. Oponentene var professor Oscar Emil Schiøtz og Gabriel Holtsmark (1867-1954), og arbeidet ble svært godt mottatt, noe som gjorde Vegard meget tilfreds.¹⁸⁹ Herrene Holtsmark og Schiøtz må ha latt seg imponere over kandidaten som la fram selvstendig forskning innenfor et felt de visste var i vinden ute i Europa, men som de neppe hadde brede kunnskaper om selv. Gjennom doktorgraden markerte Vegard at han var den norske fysikeren som var best orientert om internasjonale strømninger, samtidig som han viste at han hadde en naturlig posisjon i den norske tradisjonen. Vegard ville jo anvende kanalstrålene til å si noe om nordlys. Denne tosidigheten var et sterkt karakteristikum for forskningen hans på denne tiden, og den slo også heldig ut for ham. Han maktet å bygge karriere hjemme og ute parallelt. Han brakte eksperimentalfysikk på elektrisitet hjem som en ny impuls til norsk nordlysforskning og han blandet, i hvert fall til en viss grad, nordlysanvendelser inn i sine internasjonalt rettede arbeider. I Norge ble røntgen-, katode- og kanalstråler sett på som revolusjonerende nyvinninger, mens ute i Europa var nordlys en original anvendelse. Vegards brede skolering begynte å kaste av seg.

Selvvalgt emne for doktorgraden var ikke overraskende positive stråler.¹⁹⁰ I doktorgradsforelesningen kunne Vegard gjøre rede for de generelle egenskapene til strålingen han inngående hadde studert. De elektriske stråler deler seg naturlig inn i to hovedgrupper, hevder han. Den ene er katode- og betastrålegruppen, det vi i dag kaller elektroner. Den andre gruppen, sier Vegard, ”dannes av de materielle stråler i egentlig forstand – α -strålegruppen. Disse består av materielle smådele, sædvanlig atomer eller molekyler, der bevæger sig av sted med uhyre hastighet.”¹⁹¹ Selve navnet positive stråler synes ikke Vegard er fullstendig passende, han føler kanskje strålende materie er mer treffende, siden ikke alle atomer og molekyler er nødt til å ha positiv ladning. Han deler videre positive stråler inn i to kategorier, de egentlige alfastråler, det vil si stråler fra radioaktive substanser, og ”stråler frembragt ved

¹⁸⁹ Lars Vegard til Wilhelm Wien, 6. mars 1913, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München. Gabriel Holtsmark hadde i likhet med Vegard tatt doktorgrad basert på et opphold i Würzburg. Holtsmark disputerte i 1902 etter et arbeid på røntgenstråling. Han var for øvrig faren til Johan Holtsmark. Se Olaf Devik, ”Holtsmark, Gariel Gabrielsen,” i *Norsk biografisk leksikon*, red. Einar Jansen (Oslo: Aschehoug, 1934).

¹⁹⁰ Vegard, *Positive stråler*.

¹⁹¹ Ibid, 5.

elektriske utladninger” som er det han fokuserer på.¹⁹² Det viktigste for ham er forståelsen av de positive stråler i seg selv, ikke nødvendigvis betydningen for hans egen nordlysteorier.

Han trekker likevel disse inn mot slutten:

Vi kan ikke forlate emnet om de positive stråler uten at nævne, at disse strålearter visselig spiller en stor rolle i den kosmiske husholdning. Jeg har tidligere, for et par aar siden, i foredrag og offentliggjørelser behandlet disse spørsmå, idet jeg har vist, at vi maa ty til stråler av α -stråletypen for at faa forklaret en række nordlysformer, og til like at komethalerne kan forklares enkelt ved at anta, at de dannes av positive stråler.

Som vi vet har professor B i r k e l a n d til like i disse dage lagt de materielle stråler til grund for en ny kosmogoni.¹⁹³

Han refererer her til bind to av Birkelands nordlysverk. Vegard har stor tiltro til at de positive strålene kan bekrefte hans egne nordlysteorier. Han har imidlertid ikke funnet noe avgjørende resultat som tilsier dette ennå. Han referer også til sin tidligere artikkel der han spekulerer over komethalenes sammensetning. I dette utdraget spekulerer han videre, men nå i hvert fall med generell eksperimentell ryggdekning. En annen interessant referanse i ”Positive stråler” er til sitt tidligere arbeid ved Cavendish-laboratoriet. Det finnes åpenbare likhetstrekk mellom forskning på kanalstråler (positive stråler) og katodestråler (elektroner), og Vegard skriver at han ”vil i denne forbindelse faa lov til at erindre om, at absorption av gasser i vakuumrør staar i nøieste sammenheng med kanalstraalernes evne til at fæste sig til materie.”¹⁹⁴ Han framhever at han selv har vist at gassabsorpsjon skyldes positive ioner med høy hastighet som fester seg til katoden. Vegard bygger en bro fra sitt tidligere arbeid til sitt nåværende forskningsprosjekt, og han bygger også bro mellom ulike former for eksperimentering på elektrisitet. Enhver påvist sammenheng mellom sin gamle og nye forskning vil være gunstig for prosjektet hans. Det samme vil synteser mellom ulike fagtradisjoner og teknikker han har lært seg å kjenne.

Jeg vil påstå at Lars Vegards doktorgrad lever to liv. Den er inngangsporten til Vegards nordlysforskning som han skal vie resten av karrieren til, og som utgjør grunnlaget for festtaler, nekrologer og bysteavdukninger til ære for ham fra det norske fysikkmiljøet. Han har fått dyp forståelse av moderne internasjonal fysikk og bruker dette til å styrke norsk nordlysforskning gjennom mange år. Samtidig er artikkelen som ligger til grunn for doktorgradsavhandlingen, gjenstand for debatt i tidsskriftet *Annalen der Physik*. Artikkelen blir sterkt kritisert av Tysklands kanskje viktigste katodestrålefysiker, med en Vegard som går

¹⁹² Ibid, 5.

¹⁹³ Ibid, 25.

¹⁹⁴ Ibid, 22.

til kraftig motmæle. Omtrent samtidig med at Vegards arbeid blir løftet fram i Norge, anses det for å være omstridt i det tyske eksperimentalfysikkmiljøet. Jeg skal ikke slå fast hvor Vegard helst vil anbringe arbeidet sitt. I Vegards nasjonalt baserte forskning skal arbeidet med positive stråler legitimere hans utvidelse av Birkelands nordlysteori. I Vegards utadrettede forskning skal nordlys være en ny og særegen anvendelse. Det skal være et norsk bidrag til internasjonal fysikk. Det er imidlertid hevet over enhver tvil at Vegards nedlagte arbeid var stort, og at han opparbeidet seg en formidabel innsikt i positive stråler. Det fantes ikke tvil om gyldigheten bak doktorgradsarbeidet, men det er interessant å observere hvor høyt verdsatt forbindelsen til nordlys blir i Norge. I Tyskland, i hvert fall av Johannes Stark, er det kun kanalstrålingen i seg selv som blir vurdert. Selv om artikkelen får kritikk viser den at Vegard var en synlig og respektert skikkelse i Würzburg-miljøet.

Vegards oppladning til doktorgradsdisputasen var nokså utradisjonell. Fra midten av oktober 1912 til 6. januar 1913 var han i Bossekop i Finnmark for å iaktta nordlys. Teknologien for å fotografere nordlyset hadde blitt forbedret.¹⁹⁵ Vegard benyttet en spektrograf til å fange opp lysbølger fra nordlyset og angi et frekvenspekter. Målet var blant annet å kunne angi hvilke stoffer i atmosfæren som forårsaket den grønne linja i nordlysspekteret. Han skriver til Wien i oktober at han har innredet en hytte med strømkilde, fotoutstyr og mørkerom. Der sitter han på kveldene og venter på nordlyset. Hytta, eller observasjonstasjonen, har han originalt nok døpt "Aurora Borealis". Vegard befant seg ved fjorden i Bossekop, mens Ole Krogness var på Haldde, 900 meter over havet, og utførte tilsvarende målinger samtidig, blant annet i håp om å kunne angi høyden på nordlyset. Dette var en annerledes arbeidshverdag enn Vegard var blitt vant med i Würzburg. Han legger heller ikke skjul på at arbeidet er en tålmodighetsprøve når nordlyset uteblir. Siden han fikk spektrografen operativ har lyset holdt seg tilbake, skriver han. Han fortsetter med: "Det som er ille er at man kan ikke bare framstille strålene selv slik som man kan i laboratoriet. Man må bare vente – og atter vente."¹⁹⁶ Han må bare være tålmodig inntil nordlyset dukker opp. Utsagnet må ikke tolkes som en alvorlig innvending mot observasjon som vitenskapelig metode, men er samtidig et uttrykk for Vegards foretrukne arbeidsmetoder. Han trives best i laboratoriet. Observasjonene han gjør vil forhåpentligvis være i overensstemmelse både med hans teorier og eksperimentelle resultater. Teori og

¹⁹⁵ Kragh, "The Spectrum of the Aurora Borealis: From Enigma to Laboratory Science.", 388.

¹⁹⁶ Min oversettelse. Se Lars Vegard til Wilhelm Wien, 27. oktober 1912, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München.

eksperiment ligger imidlertid i bunn og nordlysobservasjonene skal helst underbygge dem, eventuelt gi inspirasjon til ny teori og nye eksperimenter.

På den annen side trives Vegard godt med å oppholde seg i det spektakulære landskapet. Han skildrer naturen detaljert for Wien og skryter av utsikten og turmulighetene. I neste brev, fra november 1912, forteller Vegard at nå har omsider nordlyset kommet til syne. Han sender også Wien et par fotografier, ikke av nordlys, men av observasjonsstasjonen hans, som han har vært med å bygge opp for Birkeland-observatoriet.¹⁹⁷

Resultatet av nordlysobservasjonene ble artiklene ”Photographische Aufnahmen des Nordlichtspektrums mit einem Spectrographen von grosser Dispersion” i 1913 og sammen med Ole Krogness i 1914: ”Höhenbestimmungen des Nordlichts”.¹⁹⁸ Observerte data fra de tre månedene i Finnmark ble også brukt i Vegards første virkelig omfattende verk om nordlys, den 100 sider lange artikkelen ”Nordlichtuntersuchungen. Bericht über eine Expedition nach Finmarken” som ble lagt fram for det norske vitenskapsselskapet. Artikkelen markerte for alvor hvor mye Vegard nå vektla nordlysforskning. Han ønsker imidlertid å nå sitt miljø og publikum i Tyskland med den samme forskningen og utarbeider i 1916 en sammenfatning av nordlysobservasjonene og nordlysteoriene sine. Artikkelen ”Nordlichtuntersuchungen. Über die physikalische Natur der kosmischen Strahlen, die das Nordlicht hervorrufen” er basert på alle hans tidligere nordlysarbeid.¹⁹⁹ Han skriver til Wien at arbeidet hovedsakelig dreier rundt fysiske spørsmål innen nordlysforskningen og står i forbindelse med forskningen hans fra Würzburg om lys fra elektriske stråler. Derfor synes han det passer at artikkelen blir publisert i *Annalen der Physik*.²⁰⁰ Vi observerer her den markerte sammenhengen mellom eksperimentering med positive stråler og tro på at elektrisk positive partikler fra sola bidrar til nordlyset.

¹⁹⁷ Vegard til Wien, 23. november 1912, Archiv W.W, DM.

Jeg minner om Krogness' brev til Vegard, der han forteller at Birkeland la mer vekt på fotografier av terellaen enn av nordlyset.

¹⁹⁸ Lars Vegard, "Photographische Aufnahmen des Nordlichtspektrums mit einem Spectrographen von grosser Dispersion," *Physikalische Zeitschrift* 14(1913).

Krogness og Vegard, "Höhenbestimmungen des Nordlichts an dem Halddeobservatorium von Oktober 1912 bis Anfang Januar 1913."

¹⁹⁹ Lars Vegard, "Nordlichtuntersuchungen. Über die physikalische Natur der kosmischen Strahlen, die das Nordlicht hervorrufen," *Annalen der Physik* 355, no. 16 (1916).

²⁰⁰ Lars Vegard til Wilhelm Wien, 24. juni 1916, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München. Når denne artikkelen kommer på trykk gjør han det samme grepet med høydebestemmelsene av nordlyset han utførte med Ole Krogness. De sammenfatter de tidligere resultatene og sper på med noen nye observasjoner. Resultatet får de publisert i *Annalen der Physik*. Se Lars Vegard og Ole Krogness, "Die Höhe des Nordlichts vermittelst parallaktischer Aufnahmen an dem Haldde Observatorium," *Annalen der Physik* 356, no. 21 (1916).

Vegards gamle diskusjonspartner og motpart Johannes Stark tok også opp sammenhengen mellom nordlyset og kanalstrålene. Han utførte nordlyslignende eksperimenter i laboratoriet sitt i Aachen og trakk lignende konklusjoner som Vegard.²⁰¹ Stark skrev dessuten to oversiktsartikler om nordlys i et tysk populærvitenskapelig tidsskrift.²⁰² At Stark behandlet nordlys på denne måten må Vegard tilskrives en del av æren for. Vegard hadde gått opp veien for bruk av nordlys som inspirasjon til kanalstråleeksperimenter og gitt norsk nordlysforskning publisitet utenlands.

6.4 Wien som en nyttig kontakt

Vegards senere korrespondanse med Wilhelm Wien starter gjerne med frasen ”Ich bin so frei” som betyr at Vegard legger ved en ny artikkel han ønsker å få publisert i *Annalen der Physik*. Wien var redaktør her fra 1907 til sin død i 1928. Vegard sender på denne tiden de aller fleste av sine arbeid til dette tidsskriftet, og det er tydelig at han anser *Annalen der Physik* for å være tidsskriftet mest velegnet å bli publisert i. Det sier seg jo også selv at Wilhelm Wien var en kontakt det var nyttig å holde seg inne med. Wien satte samtlige Vegards innsendte bidrag på trykk.

Ett av Vegards brev til Wien, datert 27. oktober 1912, gir innblikk i hvordan han bruker kontakten sin for hva det er verdt. Utgangspunktet er at Vilhelm Bjerknes har gått fra å være professor ved Det Kongelige Fredriks Universitet til å bli professor i Leipzig. Professoratet til Bjerknes var personlig og faller bort nå som han drar til Tyskland, men Vegard øyner muligheten for at det kan åpne seg muligheter for ham selv likevel. Bjerknes sitter i universitetskollegiet og har fremmet forslag om at det skal opprettes et dosentur øremerket for Vegard. Saken skal opp i Stortinget, og Vegard ber ubeskjedent om ikke Wien kan skrive et anbefalingsbrev som kan legges ved søknaden. Vegards nåværende stilling som amanuensis er nemlig meget utilfredsstillende. Han underviser i eksperimentalfysikk, og dette tar så mye tid at han ikke får gjort nok vitenskapelig arbeid. Han ønsker for eksempel å arbeide enda mer med sammenhengen mellom positive stråler og kosmiske fenomener. Wilhelm Wien gjør som

²⁰¹ Johannes Stark, "Das Nordlichtspektrum ein Spektrum positiver Strahlen," *Annalen der Physik* 359, no. 24 (1917).

²⁰² Vegard, "Über die Natur der Nordlichtstrahlen," *Naturwissenschaften* 6, no. 13 (1918).

Vegard, "Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen," *Naturwissenschaften* 6, no. 27 (1918).

Vegard ber om, skriver anbefalingsbrev og Vegard blir etter hvert forfremmet til dosent.²⁰³ I neste brev, datert 23. november 1912, takker Vegard hjertelig for tjenesten.²⁰⁴

I sum viser brevene at Vegard orienterer seg utover. Han ønsker å være aktiv på den europeiske fysikkscenen, han ønsker en formidlingskanal for arbeidene sine, og han ønsker å bevare relasjonen til Wilhelm Wien – alt på en og samme tid. Brevene inneholder ofte faglige vurderinger og sterke meninger, men er samtidig formulert i en personlig form. At Wien har respekt for Vegard skinner også klart gjennom. Diskusjonen med Stark er et velegnet eksempel. Vegard anvender Wien som en slags sparringspartner. Han tester ut argumentasjon og forfekter sine synspunkt i en mer direkte og åpenhjertig tone overfor Wien, enn han kan bruke i for eksempel artikler i *Annalen der Physik*. Wien befinner seg i en mellomposisjon. Diskusjonen dreier seg som nevnt om detaljer i undersøkelser av lysemisjonen fra kanalstråler, så det er ikke tvil om at Vegard befinner seg på forskningsfronten. Det er dessuten interessant at både Vegard og Stark interesserer seg for anvendelse av lysemisjonsteoriene på nordlyset. Det er på ingen måte slik at Vegard bare anser nordlys som et typisk norsk fenomen som han forsker på for å styrke sin stilling i Norge, samtidig som han fronter andre typer forskning og anvendelser utenlands. Nordlysforskning utgjør et av kjernepunktene innen Vegards ambisiøse program, og det er like viktig for ham å spre sine egne nordlysteorier utover, som det er å anvende impulsene han har fanget opp utenlands til å styrke sin posisjon innad i det norske miljøet. Det er ingen motsetninger for Vegard mellom det norske og det utenlandske. Han er bredt orientert og forsker på det han er interessert i. Det har seg simpelthen slik at utgangsposisjonen hans fra det norske fysikkmiljøet i stor grad er basert på nordlysforskning. Han har studert flere år i utlandet og har lært mye, hvor en god del kan anvendes på nordlyset. Dette er vel og bra. Vegard innser imidlertid at hans engasjement ikke må stoppe der. Han vil forske på flere felt og høste anerkjennelse fra flere miljøer. Å sikre posisjonen sin i Norge er bare delvis grunnen til at han driver med nordlysforskning. Den posisjonen er i ferd med å sikre seg selv. Han befinner seg på et såpass høyt nivå at hans status her er meget høy. Nordlysforskning er et av feltene han kan bruke til å bygge en internasjonal karriere også.

²⁰³ Stortinget vedtok i 1913, etter en langvarig saksbehandling, et personlig dosentur opprettet for Vegard. Se Ore og Hoeg, "Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet.", 517.

²⁰⁴ Vegard til Wien, 6. mars 1913, Archiv W.W, DM.

Et tilbakevendende tema i Vegards brev til Wien er ski. Jeg skal ikke gjøre noe stort nummer ut av at Vegard liker å fremheve denne norske aktiviteten for sin tyske kollega, men prat om skiturer dukker ofte opp i brevene. 6. mars 1913 skriver Vegard for eksempel: "Sie gehen wohl alle von Institut ins Gebirgen. Ich möchte gern wenn Sie mich für die Mitglieder des Mittenwalder Skiverein in Erinnerung bringen und von mir eine kraftvollen "Ski heil" ausrufen." Se Vegard til Wien, 6. mars 1913, Archiv W.W, DM.

7 Vegards internasjonale status (1912-1918)

Jeg har hittil vist hvordan Vegards englandsopphold ga ham innsikt i moderne eksperimentalfysikk, introduserte ham for en bestemt vitenskapelig kultur og ga ham et internasjonalt nettverk. Da han vendte hjem til Norge begynte han å endre norsk fysikk i tråd med strømningene han hadde fanget opp. Tysklandsoppholdet utvidet kunnskapsfeltet og nettverket, og ga ham innblikk i en helt ny vitenskapelig kultur. Han var nå i en posisjon der han drev karrierer i Norge og internasjonalt parallelt. Han deltok for eksempel i viktige debatter. I dette kapitlet skal jeg først formidle hvordan hans internasjonale status kommer til uttrykk gjennom vitenskapelig utvikling. Deretter skal jeg si noe om hvordan Vegards kontakt med internasjonale aktører arter seg i skjæringspunktet mellom vitenskap og politikk. Jeg starter med det jeg vil påstå er hans viktigste bidrag til historisk utvikling.

7.1 Brevet til Bragg

Lars Vegard avsluttet sitt opphold i Würzburg omtrent 1. august 1912 og vendte hjem til Kristiania. Tidlig i 1913 ble han, med hjelp fra Vilhelm Bjerknes og Wilhelm Wien, utnevnt til dosent ved Det Kongelige Fredriks Universitet og hadde med dette fast stilling her helt fram til han gikk av med pensjon i 1952. Som beskrevet i forrige kapittel brukte Vegard den første tiden etter oppholdet i Würzburg til å skjøtte sine plikter ved universitetet, observere nordlys i Finnmark, disputere til doktorgrad, fullføre en oppfølgingsartikkel om lyseemisjon i katodestråler og gå inn i en polemikk med Johannes Stark om det samme temaet. I tillegg fullførte han i løpet av 1913 også det tidligere nevnte arbeidet ”Über die elektrische Absorption in Entladungsröhren”, som altså baserte seg på eksperimentene han påbegynte hos Thomson i Cambridge. Vegard hadde med andre ord drevet tre ulike forskningsprosjekter parallelt, nærmere bestemt nordlys, elektrisk utladning og positive stråler. Likevel bestemte seg for å ta opp enda et nytt forskningsfelt. Denne beslutningen sto i direkte sammenheng med den mest bemerkelsesverdige prestasjonen han gjorde i Würzburg. 26. juni 1912 skrev Vegard nemlig et brev til William Bragg som fikk store konsekvenser.²⁰⁵ Brevet blir gjengitt i

²⁰⁵ Lars Vegard til William H. Bragg, 26. Juni 1912, The Papers of William Henry Bragg, Royal Institution of Great Britain, London (heretter sitert som W.H.B.-papers, RI). Brevet er gjengitt i sin helhet i vedlegg 2.

sin helhet i John Jenkins biografi om Bragg og blir presentert som det største funnet i boka. Jenkin skriver:

We have reached the major point in our story, the summer of 1912, when Willie was home for the summer holidays and discussed with his father an extraordinary letter William had just received from Europe. William and Willie themselves, the wider circle of people involved, biographers, scientists, and historians of science have all told and retold the story that emerged from 1912, although none was aware of this pivotal letter.²⁰⁶

Vegards skrives altså inn i historien for sin rolle som budbringer og kunnskapsoverfører. Det er bemerkverdig, mener Jenkin, at Vegard ikke har høstet mer anerkjennelse for akkurat dette. Ingen har vært klar over hans betydning.

Det ”ekstraordinære” brevet ble som nevnt ovenfor skrevet 26. juni 1912, det vil si tre uker før Vegard fullførte sitt hovedverk på kanalstråler. Innledningen er som følger:

Dear Professor Bragg.

During my stay in Germany this last year I have occasionally had the opportunity of discussing the Röntgen-ray problem. The current idea here is, that they are ether pulses, and by several occasions I have attempted to put forward the difficulties involved in the wave theory, and which I think at present no one has been able to overcome by means of mechanically intelligible conceptions.

Recently, however, certain new curious properties of X-rays have been discovered by Dr. Laue in Munich. As I thought the matter would interest you I asked Dr. Laue, who gave an account of his discoveries here at Würzburg, to give me a copy of one of his photographs to send to you.²⁰⁷

Vegard har ivrig diskutert spørsmålet om røntgenstråler er bølger eller partikler. Bragg var som vi allerede vet en forkjemper for partikkelteorien, og Vegard hadde selv fordypet seg i problemstillingen gjennom sitt arbeid fra tiden i Leeds om polarisering av røntgenstråling. I Würzburg har han tydeligvis presentert bølgeteoriens svakheter overfor de tyske bølgetilhengerne. Deres motargumenter har ikke vært overbevisende, i hvert fall gir Vegard inntrykk av dette overfor Bragg.

Den reelle grunnen til at han skriver dette brevet er imidlertid at han har vært vitne til en presentasjon, holdt av Max Laue (1879-1960), om nyoppdagete egenskaper ved røntgenstråling.²⁰⁸ Laue befant seg til daglig i München, men var i Würzburg og gjorde rede for observasjoner han hadde gjort sammen med sine assistenter Paul Knipping (1883-1935) og Walter Friedrich (1883-1968). Ette en idé fra Laue, sendte Knipping og Friedrich røntgentrålere mot en krystall med en fotografisk plate i bakkant. På fotografiene observerte de

²⁰⁶ Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*, 326. Willie er William Lawrence Bragg, altså Bragg junior. Jenkin skriver at han for det meste ble kalt Willie, men at han i akademisk sammenheng brukte Lawrence for ikke å bli forvekslet med faren.

²⁰⁷ Vegard til Bragg, 26. juni 1912, W.H.B.-papers, RI.

²⁰⁸ Max Laue ble i 1913 Max von Laue fordi hans far ble tatt inn i arvelig adelsstand.

flere svarte flekker, noe som tydet på at røntgenstrålene hadde blitt spredt av krystallen. De observerte et diffraksjonsmønster.²⁰⁹ Vegard innså at det var noe bemerkelsesverdig med Laues undersøkelser og videreformidlet disse til sin gamle sjef William Bragg. Resten av brevet er en systematisk gjennomgang av alle aspekter ved Laues arbeid. Vegards beskrivelser av eksperimentene er detaljerte og presise. I tillegg er observasjonene Laue selv ikke kunne forklare gjengitt med Vegards egne vurderinger. Brevet gjorde definitivt Bragg nysgjerrig på hva denne spredningen kunne bety, og han involverte umiddelbart sin sønn, 22 år gamle Lawrence Bragg (1890-1971), i arbeidet med å gi en teoretisk forklaring på problemet.²¹⁰

Brevets hovedfokus er observasjonen av de markerte, skarpe diffraksjonsflekkene som var mye mindre enn den opprinnelige røntgenstrålen, noe som kunne implisere at krystallen hadde en fokuserende effekt på strålen.²¹¹ Vegard skriver: "The deviated spots seems to be much more distinct than should be expected, when the points were due to diffraction. It is also very difficult to understand how the scattered points can be smaller than the middle point due to the primary rays."²¹² Laue mente at flekkene kom av at krystallen hadde et gitt antall unike, diskrete røntgenbølgelengder. Dermed ville den inngående strålen eksitere disse bølgelengdene og forårsake diffraksjonsflekkene. Lawrence Bragg foreslo derimot kort tid etter at flekkene skyldtes at atomene i krystallen reflekterte røntgenstrålene. Krystallen var bygd opp av parallelle lag med samme innbyrdes avstand. Bragg uttrykte sammenhengen matematisk i det som nå kalles Braggs lov.²¹³ Braggs resultat gjorde at man i teorien kunne finne sammensetningen av alle mulige slags krystaller ved å sende røntgenstråler mot dem. Dette la grunnlaget for en helt ny vitenskap, røntgenkrystallografi eller strukturforskning.²¹⁴

²⁰⁹ Krystaller er faste stoffer der bestanddelene, for eksempel atomer, er ordnet i regelmessige mønstre i tre dimensjoner. Veldig mange stoffer består av krystaller, for eksempel bergarter, mineraler og is. Diffraksjon er et bølgefenomen som opptrer når bølgene (for eksempel lys) går gjennom åpninger som er omtrent like store som bølgelengen. Bølgene blir da spredt i visse karakteristiske mønstre. Diffraksjon av lys har vært kjent siden 1600-tallet. Bernhard Walter (1861-1950) og Robert Wichard Pohl (1884-1976) hadde i 1909 sendt røntgenstråler gjennom en svært tynn spalte og observert noe som kunne være diffraksjon. Røntgenstråler har imidlertid så kort bølgelengde at eksperimentet ikke kunne bekreftes før Laue sendte røntgenstråler gjennom krystaller med rommønster i størrelsesorden med strålene. Laue nevner Walter og Pohl i nobelforedraget sitt. Se Max von Laue, "Concerning the detection of X-ray interferences," in *Nobel lectures in Physics (1901-1921)* (Singapore: World Scientific Publishing, 1998), 348. Foredraget er oversatt fra tysk til engelsk.

²¹⁰ Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*, 327-329.

²¹¹ Ibid, 330.

²¹² Vegard til Bragg, 26. juni 1912, W.H.B.-papers, RI.

²¹³ Braggs lov uttrykkes $n\lambda = 2d \sin \theta$, der n er et heltall, λ er bølgelengden til røntgenstrålen, d er avstanden mellom lagene i krystallmønsteret og θ er vinkelen mellom strålingsretningen og krystalllagene.

²¹⁴ Bjørn Pedersen definerer strukturforskning i kapittelet "Strukturforskning i pioneren Lars Vegards tid" i *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*. Han skriver: "Med struktur menes her hvordan et atom er satt sammen, og hvordan det enkelte stoff er oppbygget av atomer. Atomene kan være bundet sammen i molekyler

Mot slutten av brevet uttrykker Vegard skepsis til hvorvidt Braggs partikkelteori kan overleve Laues funn. Det er ikke lett å se hvordan partikkelteorien kan forklare spredning til såpass skarpe, parallelle lysbunter som det man observerer, skriver han.²¹⁵ Bragg valgte likevel å holde fast ved synet sitt. Med hjelp fra sønnen konstruerte han eksperimenter som skulle vise at retningen til røntgenstrålene som ble spredt i krystallen tilsvarte tydelige baner mellom atomene i krystallen. De tenkte seg at røntgenstrålepartiklene dermed skulle følge disse banene.²¹⁶ Vegard gikk, etter offentliggjøringen av observasjonene, mer og mer mot en bølgetolkning av røntgenspørsmålet. Han sto nå like nær det tyske fysikkmiljøet som han sto nær Bragg, og Laues eksperiment ledet ham mot bølgeteorien.

Motivasjonen Vegard hadde for å skrive brevet til William Bragg var sammensatt. For det første var brevet en presis skildring av et nyoppdaget fysikkfenomen. Vegard kjente utvilsomt William Bragg godt nok til å forstå at han ville ha stort utbytte av informasjon om Laues demonstrasjon. Det er dette aspektet Bragg-biografen Jenkin griper fatt i. Jenkin forsøker seg ikke på spekulasjoner om hvorfor Vegard viderebringer den verdifulle informasjonen til Bragg. Han nøyer seg med å fortelle at Vegard og Bragg tidligere hadde arbeidet med røntgenstråling sammen. I det øyeblikket brevet er levert forsvinner Vegard ut av Jenkins historie.

Vegard var gjennom hele sin tidlige karriere svært bevisst på å opprettholde kontakten med sine utenlandske forbindelser. Han hadde forsøkt to år tidligere å ta opp tråden med J. J. Thomson, men mislyktes den gang i dette. Senere skulle han innlede en lang og utbytterik brevveksling med Wilhelm Wien. Å kunne være den som underrettet Bragg om Laues banebrytende eksperiment ville styrke hans anseelse i Braggs øyne. Dette kan i det minste ha vært et delmotiv, skjønt jeg ønsker ikke å forklare brevet utelukkende ut i fra egoistiske hensikter hos Vegard. Jeg tror hovedgrunnen til at Vegard sender brevet, ligger i hans dype interesse for røntgenstrålingens natur. Brevet er, blant flere andre ting, også et debattinnlegg som omhandler et tema Vegard og Bragg har diskutert tidligere. Bragg hadde sin sterke mening, og Vegard ville gi enda et innspill i debatten. Han har diskutert spørsmålet videre med tyske kolleger, og nå har Laue presentert et meget tungtveiende argument for bølgeteorien. På grunn av de uventede diffraksjonsflekkenes bærer Laues argument i tillegg i

eller de kan være i form av ioner, dvs ladde molekyler.”, se Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 74. Strukturforskning er nok det mest dekkende norske ordet på vitenskapen som her blir beskrevet. I denne oppgaven blir dette ordet og røntgenkrystallografi brukt om hverandre.

²¹⁵ Vegard til Bragg, 26. juni 1912, W.H.B.-papers, RI.

²¹⁶ Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*, 331.

seg nye ubesvarte spørsmål. Dette gjør det hele enda mer interessant, og det blir desto viktigere å overbringe opplysningene til Bragg. Vegard ønsker å bidra til grunnleggende forståelse for røntgenstråling.

Sett i ettertid kan det argumenteres for at Vegards brev til William Bragg er hans fremste bidrag til vitenskapelig utvikling. Brevet kan settes i sammenheng med diskusjonen fra innledingen om utveksling av teorier og hvordan kunnskap forflyttes. Vitenskap er knyttet til stedet den blir utført. Den aktuelle kunnskapen kan forflytte seg mellom miljøer på mange ulike måter, og det er interessant å gå inn i hvordan dette faktisk foregår. Vegard blir i dette tilfellet en kunnskapsformidler gjennom sine erfaringer fra ulike geografiske steder. Bare det faktum at Vegard allerede i 1912 var i en posisjon til å formidle Max Laues resultater og anomalier til William Bragg er oppsiktsvekkende, og unikt i norsk sammenheng. Vegard var ikke bare en kurer, han var en aktiv bidragsyter til informasjonsutveksling. For å kunne formidle kunnskapen om dette nyoppdagete fenomenet, måtte han for det første være til stede da Laue presenterte resultatene. Vegard var altså en av de første fysikerne som fikk informasjon om Friedrich og Knippings eksperiment. For det andre måtte kunnskapsformidleren Vegard forstå eksperimentets karakter og betydning. Innholdet i brevet han sendte, er et sikkert bevis på den imponerende forståelsen han viste. For det tredje måtte Vegard forstå at eksperimentet hadde formidabel interesse også for fysikere utenfor det sørtske fysikkmiljøet. Han kjente godt nok til Bragg og hans forskning til å vite at Bragg ville ha utbytte av å få høre om Laues presentasjon. At Vegard var såpass bredt orientert og hadde kontakter i flere land, fikk dermed store konsekvenser for vitenskapelig utvikling på det gjeldende området. Han befant seg i forståelseshorisonten til flere vitenskapelige miljøer samtidig og overførte kunnskap fra ett internasjonalt kraftsentrum til et annet.

7.2 Strukturforskeren

Sent i 1914 eller tidlig i 1915 dro Vegard tilbake til William Bragg i Leeds for å studere hvordan de der hadde opprustet laboratoriefasilitetene for å kunne drive strukturforskning. Etter besøket bygde han et røntgendiffraktometer i Kristiania inspirert av hva Bragg brukte i Leeds. Apparatet besto av tre deler: Et røntgenrør, en krystallholder og et ionisasjonskammer som fungerte som detektor av de spredte strålene. I Vegards egen artikkel "Røntgenstraalene og deres betydning for fysiken" fra 1921, samt i Bjørn Pedersens kapittel i *Lars Vegard*.

Mennesket, forskeren og læreren, blir det gjort rede for hvordan virksomheten hans artet seg.²¹⁷

Den ferske strukturforskeren Vegard holdt foredrag om emnet i Fysisk selskap 23. oktober 1914. Foredraget dannet for øvrig utgangspunkt for artikkelen i *Naturen* som blir trukket fram av Blikrud, Hestmark og Rasmussen i *Norsk idéhistorie*. Foredraget er et nytt eksempel på Vegards fokus på formidling for et interessert publikum i Norge. Dette var altså kun to år etter Laue og Braggs oppdagelser. Det fantes ikke mange andre fysikere i verden som kunne påberope seg et nærmere kjennskap til feltet enn Vegard. I Norge var han i hvert fall den fremste. Vegards foredrag og artikkel er en oppsiktsvekkende god framstilling av atomfysikkens framvekst. Han starter med William Prout (1785-1859) som i 1815 antok at elementene var bygget opp av hydrogen, og ender opp med påvisningen av røntgenstrålenes bølgenatur. Dette er ståstedet Vegard befinner seg på akkurat da. Han gjør i stor grad rede for splitter ny fysikk. Mot slutten av foredraget sier han:

Jeg haaper det vil være klart av det foregaaende at Laue, Friedrich og Kippings opdagelse av røntgenstraalernes bøining i krystalgitre allerede nu – kun to aar efter – har bragt frem en rigdom av nye kjendsgjerninger og skaffet nye og kraftige midler til studiet av materiens opbygning.

Vi har opnaadd at bestemme en række krystallers rumgitre og kunnet erkjende γ - og røntgenstraalernes bølgenatur, analysere deres sammensætning og paavise deres identitet.²¹⁸

Røntgenkrystallografi er i sin spedeste begynnelse, men Vegard mener likevel det er på sin plass å oppsummere. Han mener det nå er helt sikkert at røntgenstråling har bølgenatur. De observerte diffraksjonsflekkenes var det endelige beviset på det.²¹⁹ Han trekker også fram muligheten, sprengkraften som ligger i slik forskning. En ny verden inne i materien er i ferd med å komme til syne. Han påpeker at røntgenkrystallografi har utviklet seg svært hurtig, noe

²¹⁷ Vegard, "Røntgenstraalerne og deres betydning for fysiken."

Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 84-89.

²¹⁸ Vegard, "Røntgenstraaler og atomstruktur.", 50.

²¹⁹ Usikkerhetene omkring spørsmålet om bølgenatur eller partikkelnatur blir ikke forlatt helt. Litt tidligere i foredraget viser han sin suverene oversikt over røntgenstrålens idéhistorie og skriver:

"Røntgen, Boltzmann og andre antok straalene for longitudinale svingninger i æteren, mens Goldhammer og Sagnac og mange andre holdt dem for at være meget korte transverselle æterbølger i likhet med ultraviolet lys. Sutherland antok dem for at være frembragt ved vibrationer av elektroner i atomets indre. Stokes holdt dem for irregulære æterimpulser, som fremkom naar elektronet (katodestraalen) pludselig blev stoppet mot antikatoden. Denne forklaring har hat mange tilhængere like til den aller sidste tid, om end Barklas paavisning av stoffenes karakteristiske røntgenstraaling har vist, at æterpulserne i høiden er ansvarlig for endel av den straaling som utgaar fra antikatoden. I den seneste tid har prof. Bragg i Leeds været tilbøielig til at anta straalene for at være av korpuskulær natur, omendskjønt eksistensen av en polarisation kun vanskelig lot sig forklare paa denne maate.

Paa den anden side støtte æterbølgeeteorierne paa den vanskelighet at røntgenstraalerne ikke blev brutt ved overgangen fra et medium til et andet. Dette kunde dog ifølge dispersionsteorien forklares om vi antok at røntgenstraalerne hadde en meget liten bølgelængde." Ibid, 13.

han har helt rett i. Laue, Friedrich og Kippings eksperimentelle oppdagelse og Lawrence Braggs teoretiske generalisering foregikk i 1912 og førte til nobelpriser i 1914 og 1915. Langt fra alle banebrytende nyvinninger innenfor fysikken når så raskt status av å være nettopp en banebrytende nyvinning. Røntgenstrålers bøyning i krystaller manifesterte seg imidlertid sterkt som et visuelt gjenkjennelig fenomen gjennom diffraksjonsflekkene på fotografiene. Eksperimentet var så enkelt og synlig at motivasjonen for å utføre det ble åpenbar for alle med et snev av forkunnskap. Apparaturen var dessuten mulig å reproducere også i mindre forskningsmiljøer, slik som for eksempel ved universitetet i Kristiania. I tillegg ble forskningsfeltet åpnet opp på begge sider av Braggs ligning. På venstre side av ligningen fantes røntgenstrålens bølgelengde og på høyre side sto krystallmønsteret. En serie eksperimenter kunne altså kartlegge krystallers oppbygning gitt en kjent bølgelengde, eller analysere røntgenstrålens sammensetning og påvise dens identitet, gitt en kjent krystallstruktur. Krystallografi kombinerte innsikt i den fremdeles mystiske strålingen med systematisering av materie, noe som appellerte til veldig mange eksperimentalfysikere. Forskningen var moteriktig og tok inn i seg aspekter fra den moderne atomfysikken som etter hvert vokste fram. Samtidig var den basert på en håndfast og praktisk begripelig tilnærming. Utforskning av molekyl- og atomstruktur i krystaller ga resultater det var relativt enkelt å ha med å gjøre. Innsikten i krystallstrukturen på atomnivå var på et atskillig mer forståelig plan enn innblikket i kvanteverdenen man senere fikk gjennom utforskning av atomkjernen og elektronene.

Strukturforskning vokste fram som fag internasjonalt, og Vegard hadde en sentral plass. Han nøt generelt stor respekt. I standardverket *Crystallography and Practical Crystal Measurement* fra 1922 nevnes for eksempel Vegard en rekke ganger. Artikkelen han skrev med assistenten Harald Schjelderup i 1917, blir sogar trukket fram som forbilledlig. Forfatteren A. E. H. Tutton skriver: "They commence their memoir with an excellent review of the very considerable literature on the subject."²²⁰ Vegard og Schjelderup hadde vist bred oversikt over det unge fagfeltet.

Oppdagelsene som jeg har beskrevet i dette kapittelet, sikret Max von Laue nobelprisen i fysikk i 1914, mens Lawrence og William Bragg fikk prisen sammen i 1915. Laue nevner Lars Vegard i sitt nobelforedrag, som han holdt 12. november 1915. Laue tar Vegard og

²²⁰ A. E. H. Tutton, *Crystallography and Practical Crystal Measurement*, second ed, vol. II. Physical and Chemical (London: MacMillan and Co, 1922), 1248.

Schjelderups arbeid til inntekt for sitt eget syn om fordeling av atomer i blandede krystaller. Han gir et eksempel på en blandet krystall bestående av kaliumklorid og rubidiumklorid og hevder at de enkelte atomene (alkalimetallene Kalium og Rubidium) er plassert tilfeldig. Vegard og Schjelderups arbeid skal ha indikert det samme.²²¹ Vegard og Schjelderup publiserte ingen arbeid før i året etter Laues nobelforedrag, så det er tydelig at Laue og Vegard har holdt kontakt og utvekslet teorier og forskningsresultater.²²²

Som en følge av første verdenskrig holdt ikke William og Lawrence Bragg nobelforedrag i 1915. Foredraget ble holdt så sent som i 1922, og da bare av Lawrence.²²³ Vegard nevnes ikke, men Bragg tar utgangspunkt i Laue, Friedrich og Knippings eksperiment slik som det ble beskrevet av Vegard. Det er nærliggende å tenke seg at Vegard hadde blitt trukket fram dersom foredraget hadde blitt holdt tidligere og dersom William også hadde bidratt. John Jenkin hevder at Vegards brev ble glemt av Lawrence Bragg.²²⁴ At Lawrence unnlater å nevne Vegard, kan tyde på at han rett og slett ikke husket at det var Vegard som satte hans far på sporet av røntgendiffraksjon, men det kan på den annen side også tyde på at han ikke vektla Vegards innsats like mye som Jenkin synes han burde gjøre. Og til slutt kan unnlatsen naturligvis også komme av at Bragg syntes de faktiske resultatene de tok utgangspunkt var en god del viktigere enn mannen som overbrakte resultatene til dem. Siden dette har ikke Vegards innsats blitt særlig påaktet. Hvordan Vegards brev kunne havne så i glemselen er interessant, noe Jenkin altså gjør et nummer ut av.

²²¹ von Laue, "Concerning the detection of X-ray interferences.", 355. Foredraget er oversatt fra tysk til engelsk.

²²² Vegard og Schjelderup publiserte to artikler sammen. Disse er
Lars Vegard og Harald Schjelderup, "Die Kristallstruktur der Alaune und die Rolle des Kristallwassers,"
Annalen der Physik 359, no. 18 (1917); Vegard og Schjelderup, "Die Konstitution der Mischkristalle,"
Physikalische Zeitschrift 18(1917).

I tillegg bidro Schjelderup i stor grad til Vegards artikkelserie i *Philosophical Magazine* "Results of Crystal Analysis" I-IV. Se for eksempel Lars Vegard, "Results of crystal analysis," *Philosophical Magazine* 32(1916).

²²³ William Lawrence Bragg, "The Diffraction of X-rays by Crystals," in *Nobel lectures in Physics (1901-1921)* (Singapore: World Scientific Publishing, 1998).

William Bragg ble bitter og desillusjonert etter krigen. Den yngste sønnen Robert ble drept i kamp i Gallipoli, og dette gikk svært hardt inn på ham. Han avsto i 1920 invitasjonen til en felles utdeling av prisene for de siste fem år, hovedsakelig fordi flere av de øvrige prisvinnerne var tyske. Etter påtrykk fra faren avsto også Lawrence Bragg invitasjonen i 1920, men angret og møtte i stedet opp i 1922. Se: Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*, 399-401.

²²⁴ Jenkin, *William and Lawrence Bragg, father and son, the most extraordinary collaboration in science*, 329-330.

7.3 Internasjonal tilstedeværelse

I den siste delen av dette kapittelet skal jeg redegjøre for hvordan Vegards status i det internasjonale fysikkmiljøet sto i sammenheng med forholdet mellom vitenskap og forskningspolitikk. Det meste av det jeg skal nevne kan knyttes opp mot første verdenskrig.

Denne konsekvensen av Vegards internasjonale tilstedeværelse er noe markert forskjellig fra eksemplene fra tidligere i kapittelet. Der pekte jeg på hvordan Vegards internasjonale status sto i sammenheng med vitenskapelig utvikling. Nå skal jeg blant annet peke på hvordan Vegard ble oppfattet som en politisk nøytral forsker, kun fordi han kom fra en nøytral nasjon.

Det eneste bevarte brevet som er fra Wilhelm Wien til Lars Vegard, er skrevet 1. mars 1915, det vil si midt under første verdenskrig.²²⁵ Brevet forteller at Vegard nok en gang har vært budbringer mellom et engelsk og et tysk fysikkmiljø. Denne gang overfører han imidlertid ikke vitenskapelig kunnskap, men meddelelser i en intellektuell krigføring. Denne åndskrigen danner bakteppe for Stefan L. Wolffs artikkel fra 2003 "Physicists in the "Krieg der Geister": Wilhelm Wien's "Proclamation"". ²²⁶ Artikkelen tar blant annet for seg hvordan Wilhelm Wien under første verdenskrig engasjerte seg sterkt på tysk side gjennom å oppfordre tyske kolleger til vitenskapelig boikott av engelske forskere. Wien henvender seg kritisk og uforsonlig til engelske vitenskapsmenn. Han skriver i et brev til Bragg, Lamb, Lodge, Ramsay, Rayleigh og Thomson, alle framtredende engelskspråklige forskere, at deres mangel på forståelse for tyske mål, samt den totale nedlagte innsats fra det engelske folk har ødelagt ethvert håp om forsoning og samarbeid mellom engelske og tyske vitenskapsmenn. Det mest interessante i vår sammenheng kommer da Bragg svarer at han alltid vil minnes sine vennskap med tyskere, men at han innfinner seg med det umulige i å gjenoppta disse. Det er Lars Vegard fra det nøytrale Norge som overbringer Braggs brev til Wien. Vegard har nylig vært hos Bragg for å lære om røntgenkrystallografi, og da passer det bra at han videresender Braggs tilsvarende på Wiens intellektuelle krigserklæring. Wien beklager seg samtidig over de ødelagte personlige relasjonene, men peker på at Vegard står i en mellomposisjon siden han ikke tilhører en av de stridende partene. Wien skriver: "At De står mellom begge leire er fullstendig forståelig for meg, siden De har tilbrakt så mye tid så vel i England som i Tyskland. Først etter krigen kan De felle en klar historisk dom over de politiske forholdene

²²⁵ Wilhelm Wien til Lars Vegard, 1. mars 1915, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München. Brevet er gjengitt i sin helhet i vedlegg 3.

²²⁶ Stefan L. Wolff, "Physicists in the "Krieg der Geister": Wilhelm Wien's "Proclamation", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 33, no. 2 (2003).

som denne krigen har ført til.”²²⁷ Dette er meget interessant. Norges nøytrale stilling muliggjør at Lars Vegard kan holde personlig og vitenskapelig kontakt med både tyske og britiske forskere, noe han jo hadde gjort tidligere og kom til å gjøre mer senere. Det var full skjæring mellom fysikkmiljøene i Tyskland og England, og det forble slik også en tid etter krigens slutt, men Vegard holdt god kontakt med fysikerne han allerede hadde forbindelse med.

Det var vanskelig å være norsk fysiker i utlandet under krigen. Etter at de diplomatiske forbindelsene mellom Norge og Tyskland ble forverret og matforsendelser ble forbudt, dro Vilhelm Bjerknes fra Leipzig hjem til Norge.²²⁸ Kristian Birkeland befant seg i Egypt og fikk store vansker med å komme seg til hjemlandet. Han bega seg ut på en strabasiøs og langvarig hjemreise fra Egypt via Japan og Russland som endte med hans død på et hotellrom i Tokyo 15. juni 1917. Vegard ble i Norge under krigen og tok sikte på å bygge opp et miljø rundt seg selv og sin egen forskning. Første verdenskrig var sannsynligvis en medvirkende årsak til at han slo rot i Kristiania. Lengre utenlandsopphold var uaktuelt så lenge krigen varte, og da den omsider tok slutt var han trygt etablert ved universitetet. Jeg har nevnt i et tidligere kapittel at Lars Vegard skal ha æren for å ha innført empirisk-metodisk eksperimentalfysikk til det norske fysikkmiljøet. De første eksemplene på denne prosessen finner vi i hans intermesso i Norge i 1910 med det Cavendish-inspirerte laboratoriearbeidet og engasjementet av studenten Olaf Frivold som assistent. Da Vegards posisjon ved universitetet etter 1913 ble tryggere og tryggere, tok stadig flere personer del i arbeidet hans. Etter hvert ble eksperimentalfysikken institusjonalisert. Både hans strukturforskning og hans laboratorieforsøk der han gjenskapte nordlyslignende tilstander, involverte flere studenter og andre norske fysikere. På begge disse områdene ble han dessuten en internasjonal størrelse. Han var sentral i å gjøre nordlysforskning til en laboratorievitenskap. Tidligere ble nordlys i all hovedsak studert ved observasjon og fotografi, men Vegard var blant dem som gikk inn for å skape nordlyslignende forhold ved eksperimenter. Han etterlignet forholdene i den øvre atmosfæren gjennom flere lavtemperaturreksperimenter.²²⁹ Ved det 16. skandinaviske naturforskersmøte som ble holdt i Kristiania sommeren 1916, holdt han to foredrag. Det ene hadde tittelen ”Om nordlysstraalernes natur” og omhandlet hans forestillinger om positive partiklers bidrag til nordlyset. I det andre foredraget ”Krystalanalyse ved røntgenstraaler” ga han generell

²²⁷ Min oversettelse. Se Wien til Vegard, 1. Mars 1915, Archiv Wilhelm Wien, Deutsches Museum, München.

²²⁸ Friedman, *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology*, 98-99.

²²⁹ Kragh, ”The Spectrum of the Aurora Borealis: From Enigma to Laboratory Science.”, 378.

informasjon om røntgenstråling før han gikk gjennom sine egne erfaringer og eksperimentelle teknikker.²³⁰ Nå som krigen gjorde det vanskelig å fronte forskningen sin ute i Europa, var det takknemlig å være en del av et skandinavisk miljø med interesse for forskningen hans.

7.4 Solvay-konferansen

Etter krigens slutt i 1918 forble stemningen mellom det engelske og det tyske fysikkmiljøet kald og uforsonlig i flere år framover. Arrangørene av 50-årsjubileet for "London Physical Society" i 1924 inviterte sin tyske søsterorganisasjon "Deutsche Physikalische Gesellschaft" til å delta. Wilhelm Wien var en av de tyske fysikerne som tok turen til London, og jubileet markerte en gjenopptagelse av vitenskapelig samarbeid mellom fysikere fra de to landene.²³¹ Det hersket med andre ord isfront mellom fysikkmiljøene i mange år. Lars Vegard og andre nordmenn klarte å holde seg inne med aktører på begge sider, selv om naturligvis all persontrafikk og informasjonsutveksling gikk tregere enn hva som hadde vært tilfelle før krigen. Et tydelig tegn på isfronten, og samtidig en liten indikator på Vegards internasjonale status, finner vi i et brev fra den belgiske fysikknestoren Hendrik Lorentz (1853-1928) til Albert Einstein (1879-1955) fra 9. juni 1920. Lorentz forteller Einstein om konferansen de skal arrangere i Brussel året etter: "Conseil de Physique", den tredje i rekken av Solvay-konferansene. Han skriver hvem de ønsker å invitere:

Vi ønsker å invitere følgende fysikere til konferansen: Barkla, Bohr, de Broglie, Ehrenfest, Einstein, de Haas, Jeans, Langevin, Larmor, Millikan, Perrin, Richardson, J.J. Thomson, Weiss, Zeeman; dessuten enten Siegbahn eller Vegard; det spør jeg Bohr om han kan bestemme.²³²

Solvay-konferansene ble arrangert første gang i 1911 og var i sin tid verdens første fysikkonferanse. Konferansen i 1921 var den tredje i rekken og temaet var atomer og elektroner ("atomes et électrons"). Vegard blir i brevet fra Lorentz nevnt i samme åndedrag som en rekke av datidens store navn. 11 av 17 fikk nobelpris, og blant de øvrige finnes meget velansette fysikere som Joseph Larmor, Paul Ehrenfest og Paul Langevin. Interessant nok deltok aldri Vegard på konferansen, i likhet med Bohr, Einstein, Jeans og Thomson. Siegbahn deltok på konferansen, så det er mulig Bohr anbefalte Lorentz å invitere ham framfor Vegard.

²³⁰ Lars Vegard, "Krystalanalyse ved røntgenstråler," i *Forhandlinger ved De skandinaviske naturforskere 16. møte i Kristiania den 10.-15. juli 1916* (Kristiania: A.W. Brøggers boktrykkeri, 1918).

²³¹ Wolff, "Physicists in the "Krieg der Geister": Wilhelm Wien's "Proclamation".", 362.

²³² Hendrik Lorentz til Albert Einstein, 9. juni 1920, *The Scientific Correspondence of HA Lorentz*, red. A.J. Kox (Berlin: Springer Verlag, 2008), 530. Min oversettelse.

Bohr deltok imidlertid ikke selv, så dette vil jeg ikke uttale meg bastant om.²³³ De fleste av navnene på invitasjonslista var teoretikere. Vegard kom med i vurderingen på grunn av sine arbeid innen krystallografi og atomstruktur. Han var i større grad eksperimentalfysiker enn for eksempel Einstein og Bohr.²³⁴ Ingen tyskere, bortsett fra den uttalte krigsskeptikeren Albert Einstein ble invitert. Gjennom diskvalifikasjonen av hele det tyske miljøet rykket altså Vegard opp en divisjon høyere enn han sannsynligvis hadde gjort seg fortjent til. Norges nøytralitetspolitikk gjorde Lars Vegard til en forsker det var trygt å invitere. Han tilhørte imidlertid en snever og eksklusiv krets av kvalifiserte fysikere.

7.5 Kontakten med Bohr

Selv om det ovennevnte utdraget kanskje tyder på at Niels Bohr (1885-1962) foretrakk svensken Manne Siegbahn (1886-1978) som deltaker på Solvay-konferansen framfor Vegard, hadde Vegard og Bohr et relativt godt forhold. De var jevnaldrende (Vegard var fem år eldre enn Bohr), delte en lidenskap for skigåing og engasjerte seg voldsomt i spørsmålene om atomets struktur. Helge Kragh trekker i "The Reception of the New Physics Among Norwegian Physicists" fra 2006, fram at Vegard allerede i 1915 viste kjennskap til den da helt nye Bohr-Rutherford-atommodellen.²³⁵ Vegard kombinerte eksperiment med teori, gjennom at han brukte resultater fra røntgenspektroskopi til å konstruere en atommodell. I 1918 og 1919 utga han en todelt og meget omfattende artikkel i *Philosophical Magazine* som het "The X-ray spectra and the constitution of the atom".²³⁶ Her konstruerer Vegard atommodeller basert på Bohrs hydrogenatom for alle atomene i det periodiske system. Disse arbeidene er verdt en hel studie i seg selv.²³⁷ Kragh framhever ambisjonen bak arbeidet og også det faktum

²³³ Bohr var så overarbeidet i forbindelse med opprettelsen av sitt nye Institutt for teoretisk fysikk i København at han ikke hadde tid til å delta på Solvay-konferansen. Han rakk bare å skrive en kort redegjørelse som han fikk Paul Ehrenfest (1880-1933) til å holde. Se Martin J. Klein, "Paul Ehrenfest, Niels Bohr, and Albert Einstein: Colleagues and Friends," *Physics in Perspective (PIP)* 12, no. 3 (2010), 307.

²³⁴ Pussig nok dro Einstein, kun tre dager etter at det nevnte brevet var sendt, på visitt til Norge, invitert av studenter ved universitetet i Kristiania. Det var Lars Vegard som introduserte Einstein under foredragene i universitetets aula. Se Nils Voje Johansen, "Einstein's Visit to Norway," i *Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century*, red. Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen (Oslo: Novus Forlag, 2006).

²³⁵ Kragh, "The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists.", 34.

Kragh refererer til Lars Vegard, "Remarks regarding the Series Spectrum of Hydrogen and the Constitution of the Atom," *Philosophical Magazine* 29(1915).

²³⁶ Lars Vegard, "The X-Ray Spectra and the Constitution of the Atom," *Philosophical Magazine* 35(1918).

Lars Vegard, "On the X-Ray Spectra and the Constitution of the Atom," *Philosophical Magazine* 37(1919).

²³⁷ Lars Vegards atomfysiske hovedverk er så omfattende og utgitt såpass sent i tid at jeg velger å ikke ta det for meg i denne oppgaven. Arbeidet representerer på en måte kulminasjonen av Vegards vitenskapelige karriere, ikke den formative fasen på veien dit. Han sendte inn den første delen mens han ennå var dosent og var professor

at det har blitt oversett i så godt som all vitenskapshistorisk litteratur om det periodiske system. Det er også verdt å merke seg at Vegard gjennom dette arbeidet var den første skandinaver som implementerte spesiell relativitetsteori i en vitenskapelig artikkel.²³⁸ Vegard tok hensyn til Arnold Sommerfelds (1868-1951) relativistiske utvidelse av Bohrs atommodell og flettet den inn i sin egen atommodell. Dette gjorde han altså i 1918, før Bohr selv anvendte relativitetsteorien.

Kristian Birkeland døde i 1917 og Niels Bohr var sakkyndig i komiteen som skulle utnevne Birkelands etterfølger. Det var to søkere: Lars Vegard og Thorstein Wereide (1882-1969). Wereide kan ikke sies å tilhøre Birkeland-Bjerknes-tradisjonen og hadde etter avlagt doktorgrad i Kristiania i 1913 hatt studieopphold i Paris, Leipzig, Göttingen og Berlin.²³⁹ Bohrs uttalelse var like tydelig som den var kort: "Jeg synes Dr. Vegard i videnskabelig Henseende har fortrinlige Kvalifikasjoner til paa udmærket Maade at bestride det omhandlede Embede."²⁴⁰ 8. februar 1918 ble Lars Vegard utnevnt til professor ved Det Kongelige Fredriks Universitet i Kristiania.²⁴¹

Vegard brukte sin relasjon til Bohr til å forsøke å forhindre ansettelsen av Thorstein Wereide i dosenturet som ble ledig etter Vegards opprykk til professor. Wereide hadde gjort arbeider der han tolket kvantefenomener på en uortodoks og nokså spekulativ måte som var lite i pakt med tiden.²⁴² Vegard ønsket heller sin gamle assistent Olaf Frivold eller Johan Holtsmark (1894-1975), som blant annet hadde studert hos Wien i Würzburg, i stillingen. Han ba dermed Bohr komme med en uttalelse, hvilket Bohr også gjorde. Vegards bestrebelser var imidlertid fånýttes, og Wereide fikk stillingen.²⁴³ I 1921 ba Vegard Bohr om å skrive anbefalingsbrev for Svein Rosseland (1894-1985) som søkte om – og fikk – stipend til utenlandsopphold ved

da andre del ble fullført. I 1924 utga Vegard den vesle boka *Stoffets opbygning og atomenes indre* i serien Det norske studentersamfunds folkeskrifter. Her gjør han på en forståelig måte rede for utviklingen av atomfysikk, inkludert mange av sine egne forskningsfelt. Boka ender opp i hans egen atommodell. Se Lars Vegard, *Stoffets opbygning og atomenes indre* (Kristiania: Olaf Norlis Forlag, 1924).

²³⁸ Kragh, "The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists.", 34-35.

²³⁹ Ibid, 37.

²⁴⁰ Niels Bohr, 23. desember 1917, sitert i Egeland, Pedersen og Torstveit, *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*, 36.

²⁴¹ Ibid, 18.

²⁴² Kragh, "The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists.", 37-38.

²⁴³ Lars Vegard til Niels Bohr, 16. september 1918, Niels Bohr Arkivet, København.
Lars Vegard til Niels Bohr, 18. oktober 1918, Niels Bohr Arkivet, København.

nettopp Bohrs institutt i København.²⁴⁴ Rosseland ble senere en sentral skikkelse i norsk og internasjonal astrofysikk.

Bohr var fullt inneforstått med Vegards forskning og nevner ham to ganger i sitt Nobel-foredrag i 1922. Bohr hadde fått nobelprisen for sitt teoretiske arbeid omkring atomets struktur. Teoriene hans på feltet lente seg til eksperimentelle bidrag av flere andre, deriblant Vegard. Henvisningene til Vegard kommer mot slutten av foredraget.²⁴⁵ Bohr forteller at Vegard i forbindelse med utforskning av røntgenspektra har kommet til enkelte av de samme resultatene som ham selv. Bohrs endelige slutninger er imidlertid nokså forskjellige fra Vegards, så referansen til ham er mer en honnør av Vegards innsats enn av hans teorier. Bohr baserer seg i en viss grad på Vegard, men gir ham indirekte kritikk ved at han ikke bygger videre på noen av resultatene hans. Bohr og Vegard hadde ikke fundamentalt forskjellige forestillinger om fysikk, men de induktive slutningene som Vegard trakk var på siden av hva Bohr kunne stå inne for. Bohr hadde for eksempel en helt annen innsikt i kvanteteorien som var i ferd med å bli den dominerende retningen for å forklare atomenes oppbygning.

I dette kapittelet har vi sett at Vegard virket som en formidler, men på to ulike nivåer. Først beskrev jeg hvordan han på grunn av sitt internasjonale kontaktnett utvekslet viktig kunnskap fra ett miljø til et annet. Her var det irrelevant at han var norsk. Det vesentlige var at han kjente til virksomheten ved begge miljøene og forsto seg på den gjeldende fysikken. Derneft redegjorde jeg for at han utvekslet informasjon og synspunkter i åndskonflikten som var en del av første verdenskrig. Denne informasjonsutvekslingen gikk mellom de samme to vitenskapelige miljøene. Nå var det imidlertid svært relevant at han var norsk. Det vesentlige var nå hans norske bakgrunn, men han var like fullt en formidler mellom vitenskapelige miljøer. Vegards fokus på internasjonale kontakter kom altså til uttrykk på to forskjellige måter.

Statusen han opparbeidet seg ga ham dessuten kontakt med, og en viss anerkjennelse fra, skandinavias dominerende fysiker Niels Bohr. Vegard brukte relasjonen til Bohr for å bygge opp fysikkmiljøet ved universitetet slik han selv ønsket det og forsøke å bidra til det samme fagfeltet som Bohr drev med.

²⁴⁴ Lars Vegard til Niels Bohr, 19. januar 1921, Niels Bohr Arkivet, København.

²⁴⁵ Niels Bohr, *Om Atomernes Bygning* (København: Gjellerup, 1923).

8 Avslutning

Øyeblikket da Lars Vegard ble utnevnt til professor ved Det Kongelige Frederiks Universitet markerer slutten på det jeg har kalt hans formative fase. Han hadde riktignok framstått som temmelig etablert ved universitetet og i det norske fysikkmiljøet i flere år allerede, men hans internasjonale streben etter anerkjennelse tok ikke slutt med professortittelen. Ett sted må jeg uansett avslutte handlingsforløpet, og året 1918 framstår i så måte som et passende tidspunkt. Jeg vil avslutningsvis, på tvers av kronologien, sammenfatte noen trekk ved Vegards karriere og person som er spesielt interessante og som er med på å belyse problemstillingen.

At Vegards utenlandsopphold hadde betydning for norsk og internasjonal fysikk vil jeg si er hevet over enhver tvil. Såpass har oppgaven min i hvert fall vist. På hvilke områder og i hvilken grad utenlandsoppholdene hadde innflytelse, framstår noe mer komplisert, men også her vil jeg påstå at jeg har kommet fram til noen entydige svar.

Birkeland-Bjerknes-tradisjonen har lagt føringer for historisk forståelse av norsk fysikk. Norsk vitenskapshistorie har således knyttet de fleste norske fysikere på denne tiden opp mot denne tradisjonen. Dette er naturlig og i stor grad på sin plass, men som jeg har påpekt i denne oppgaven, har den norske konteksten ført til at internasjonal kontakt og nettverk har blitt undervurdert.

Vegards studietid og perioden som assistent for Kristian Birkeland ga ham en viss innsikt i generell teoretisk fysikk og en detaljert forståelse av nordlys. Vegard var drevet av store ambisjoner om å lykkes på et eller annet felt og det relativt ferske norske miljøet for kosmisk fysikk var en kjærkommen karrierevei. Han viste imidlertid også en bred interesse for fysikk og innså at han måtte utenlands for å tilegne seg ytterligere kunnskap. Da han vendte hjem til Norge etter årene i utlandet, var det viktig for ham å opprettholde sin posisjon i det norske miljøet. Samtidig ønsket han å utvikle miljøet i takt med strømningene han hadde fanget opp i Europa. Vegard ønsket å forme videre miljøet han selv delvis var formet av. Hans smidige hjemkomst til Norge viser at trekkene ved det norske miljøet som vi kan kalle en særegen norsk stil, ikke var uforanderlige. Vegard maktet å ha karriere både i Norge og internasjonalt parallelt. Han innførte også nymotens internasjonal fysikk i Norge uten at dette på noen som helst måte skapte konflikter med det etablerte norske. Vegards autoritet her hjemme, gjorde han til den viktigste formidleren av fysikkens oppdagelser fra tidlig 1900-tall til Norge.

Dersom vi knytter Vegard opp mot tanken om en norsk stil, må vi samtidig si at det var han som oppløste den.

Vegard kan kobles på to viktige endringer som foregikk innen fysikken. Den ene endringen jeg har pekt på, skjedde i Norge gjennom Kristian Birkelands dreining av fysikk mot naturen og innføring av eksperimentalfysikk. Birkeland forandret det norske fysikkmiljøet til å bli det vi i dag kan kalle Birkeland-Bjerknes-tradisjonen. Vegard er en del av denne tradisjonen. I tillegg skal han krediteres for å ha videreutviklet fysikkeksperimentering i Norge til å bli systematisk, etterprøvbart og noe det var mulig å lære videre. Denne endringen krevde en aktiv inngripen av Vegard og var i tråd med impulser han hadde mottatt ved utenlandske kraftsentre for praktisk fysikk. Den andre endringen foregikk internasjonalt og kan enklest betegnes som veien inn i atomet. Til å begynne med foregikk denne utviklingen ved videreføring av klassisk mekaniske, elektromagnetiske og termodynamiske betraktninger. Senere tok kvantefysikkens revolusjonerende formspråk over denne prosessen. Vegard kan kobles på disse endringene gjennom sitt bidrag til flere viktige europeiske forskningsmiljøer, og kanskje mest av alt gjennom sin rolle som kunnskapsformidler. Jeg tenker på brevet han skrev til William Bragg om følgene av å sende røntgenstråler gjennom krystaller. Når det gjelder framveksten av kvantefysikk er Vegard i hovedsak ikke direkte involvert. Her finnes det riktignok et viktig unntak: spørsmålet om røntgenstrålenes natur. Kvantefysikkens partikkel- og bølgedualitet reddet Vegards mellomposisjon i spørsmålet om røntgenstråler var bølger eller partikler. Forskningen han baserte synet sitt på, var likevel innenfor en klassisk tilnærming til stråling.

Lars Vegard var svært opptatt av, og nokså dyktig til, å knytte kontakter med vitenskapsmenn over seg selv i rang. Min oppgave har avdekket at han har hatt utstrakt kontakt med internasjonale størrelser som J.J. Thomson, William Bragg, Wilhelm Wien, Max von Laue, Johannes Stark og Niels Bohr. Flere av disse verdsatte Vegards bidrag til utviklingen av fysikk høyt. Det framstår derfor som noe underlig at jeg er den første som noensinne har forsøkt å kartlegge Lars Vegard internasjonale status og årsakene til den. Vegard var en betydelig aktør innen internasjonal fysikk allerede tidlig på 1910-tallet. Dette har ikke kommet fram i tidligere studier av ham. Årsaken til dette er trangen til å studere ham og norsk fysikk i nasjonal kontekst. Jeg håper jeg har klart å utvide horisonten noe. Vegard er fremdeles svært interessant i norsk kontekst, både satt opp mot andre norske aktører eller i

forlengelsen av en tradisjon. Ved å studere ham ut i fra en internasjonal tilnærming kommer det imidlertid fram andre interessante aspekter ved hans vitenskap og hans karriere.

Blant årsaker til at Vegard lyktes såpass godt som han gjorde internasjonalt, vil jeg trekke fram hans tilpasningsdyktighet. Han var villig til å raskt gå inn i den eksisterende forskningen i de miljøene han oppsøkte, og forholdt seg til den. Et eksempel på dette er hans oppsiktsvekkende raske inntreden i kulturen for eksperimentalfysikk ved Cavendish-laboratoriet i Cambridge. Andre gode eksempler er arbeidet hans med røntgenstråler i Leeds og kanalstråler i Würzburg. Vegards allsidighet ga ham tillit og status i vide kretser og en posisjon som gradvis ble sterkere og sterkere. Jeg vil også hevde at Vegard framstår som en suveren og kanskje til dels opportunistisk utøver av det vi, inspirert av Kuhn, kan kalle for normalvitenskap. Vegard setter seg hurtig inn i andres forskning, aksepterer rammene som ligger for den, og bidrar så aktivt. Han bedriver ”puzzle-solving”, det vil si han gjør til dels viktig forskning, men i tråd med miljøene han befinner seg i. Normalvitenskapsmannen Vegard forsket i forskjellige miljøer og utviklet en bred horisont. Hans brede oppmerksomhet kom til syne da han brakte sin kunnskap fra Tyskland om positive stråler til norsk nordlysforskning, samtidig som han brakte norsk nordlysforskning som et nytt perspektiv til det tyske miljøet for positive stråler.

I den grad det har vært et mål med oppgaven å løfte fram Vegards vitenskapelige bedrifter, vil jeg si at de har sammenheng med hans evne til å virke i interaksjon til andre forskere og ulike vitenskapelige miljøer. Vanligvis skjer vitenskapelig gjennombrudd som summen av møysommelig interaksjon mellom ulike forskningsmiljøer. Dette kan brukes som et argument for at enkeltmennesker og de personlige egenskapene som hvert forskerindivid besitter, ikke er viktige, men dette trenger ikke være tilfelle. Enkeltmennesker spiller viktige roller, men kanskje ikke kun fordi de besitter spesielle personlige egenskaper. Vel så viktig er at de befinner seg på rett sted til rett tid. Her kan vitenskapshistorie og idehistorie hjelpe oss til å tenke klarere. Enkeltforskere som Lars Vegard kan løftes fram som betydningsfulle. Vegard utgjorde en forskjell i kraft av hans ambisjoner, lærevillighet, utferdstrang og posisjoneringsevne.

Litteraturliste

- Archiv Wilhelm Wien. Deutsches Museum. München.
- Barkla, C.G. "Polarisation in Secondary Rontgen Radiation." *Proceedings of the Royal Society of London. Series A* 77, no. 516 (1906): 247.
- Birkeland, Kristian. "Fysik." I *Illustreret norsk litteraturhistorie*, redigert av Henrik Jæger og Otto Anderssen. 137-45. Kristiania: Hjalmar Biglers forlag, 1896.
- Birkeland, Kristian. *The Norwegian Aurora Polaris Expedition 1902-1903*. Bind I, Kristiania: H. Aschehoug & Co., 1908.
- Birkeland, Kristian. *The Norwegian Aurora Polaris Expedition 1902-1903*. Bind II, Kristiania: H. Aschehoug & Co, 1913.
- Blikrud, Liv, Geir Hestmark, og Tarald Rasmussen. *Vitenskapens utfordringer*. Norsk Idéhistorie. redigert av Trond Berg Eriksen og Øystein Sørensen. Bind 4, Oslo: Aschehoug, 2002.
- Bohr, Niels. *Om Atomernes Bygning*. København: Gjellerup, 1923.
- Bragg, W. H., og Richard Kleeman. "On the Alpha Particles of Radium and Their Loss of Range in Passing through Various Atoms and Molecules." *Philosophical Magazine* 10 (1905): 132-33.
- Bragg, William Lawrence. "The Diffraction of X-Rays by Crystals." I *Nobel Lectures in Physics (1901-1921)*. 370-83. Singapore: World Scientific Publishing, 1998.
- "The British Association Meeting: Section A." *The Observatory* 34, no. 440 (1911).
- Brodetsky, S., og B. Hodgson. "Lv. The Absorption of Gases in Vacuum-Tubes, and Allied Phenomena." *Philosophical Magazine Series 6* 31, no. 185 (1916): 478-90.
- Brundtland, Terje. "Instrumentsamlingen fra Det Fysiske Cabinet/Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, 1811-1953: Status Og Muligheter." 2009.
- Crowther, J. G. *The Cavendish Laboratory 1874-1974*. London: MacMillan, 1974.
- Dahl, Hans Fredrik. *De store ideologienes tid*. Norsk Idéhistorie. redigert av Trond Berg Eriksen og Øystein Sørensen. Bind 5, Oslo: Aschehoug, 2001.
- Dardo, Mauro. *Nobel Laureates and Twentieth-Century Physics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- De Broglie, L. "Recherches Sur La Théorie Des Quanta." 1924.
- Det Norske videnskaps-akademi. *Skrifter udgivne af Videnskaps-Selskabet i Christiania 1910*. Kristiania: Videnskaps-akademiet, 1910.
- Devik, Olaf. *Blant fiskere, forskere og andre folk*. Oslo: H. Aschehoug & Co., 1971.
- Devik, Olaf. "Fra pionertiden i norsk fysikk og geofysikk." Tromsø 1976.
- Devik, Olaf. "Holtsmark, Gariel Gabrielsen." I *Norsk biografisk leksikon*, redigert av Einar Jansen, 325-26. Oslo: Aschehoug, 1934.
- Egeland, Alv, og William J. Burke. *Kristian Birkeland: The First Space Scientist*. Dordrecht: Springer, 2005.
- Egeland, Alv, Bjørn Pedersen, og Johs. G. Torstveit. *Lars Vegard. Mennesket, forskeren og læreren*. Tvedestrand: Bokbyen Forlag AS, 2008.
- Friedman, Robert Marc. *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology*. Ithaca: Cornell University Press, 1989.
- Friedman, Robert Marc. "Civilization and National Honour: The Rise of Norwegian Geophysical and Cosmic Science." I *Making Sense of Space: The History of Norwegian Space Activities*, redigert av John Peter Collett og Arne Gundersen. 3-40. Oslo: Scandinavian University Press, 1995.
- Friedman, Robert Marc. "Nansen, National Honour and the Rise of Norwegian Polar Geophysics." I *Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century*,

- redigert av Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen. 85-111. Oslo: Novus Forlag, 2006.
- Golinski, Jan. *Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science*. 2 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.
- Good, Gregory A. "Rutherford's Geophysicists." *Physics Today* 63, no. 7 (2010): 42-47.
- Green, Longmans, and Company. *A History of the Cavendish Laboratory: 1871-1910 (1910)*. London: Kessinger Publishing, LLC, 2009.
- Harwood, Jonathan. *Styles of Scientific Thought: The German Genetics Community, 1900-1933*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
- Hirsch, RV. "Versuche Über Das Leuchten Der Wasserstoff-Kanalstrahlen." *Annalen der Physik* 354 (1916): 851-64.
- Holtmark, Johan Peter. "Minnetale over Professor Lars Vegard." *Årbok Det Norske Videnskabs-akademi* 1966 (1966): 52-58.
- Holtmark, Johan Peter. "Vegard, Lars." I *Norsk biografisk leksikon*, 524-29. Oslo: Aschehoug, 1975.
- Hylleraas, Egil. "Professor L. Vegard 80 år." *Fra Fysikkens verden* 21, no. 2 (1959): 241-44.
- Isaachsen, Daniel. "Fysikken og meteorologien." I *Det Kongelige Fredriks Universitet 1811-1911: Festskrift*, redigert av Gerhard Gran. 480-509. Kristiania: Aschehoug, 1911.
- Jenkin, John. "A Unique Partnership: William and Lawrence Bragg and the 1915 Nobel Prize in Physics." *Minerva* 39, no. 4 (2001): 373-92.
- Jenkin, John. *William and Lawrence Bragg, Father and Son, the Most Extraordinary Collaboration in Science*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- Johansen, Nils Voje. "Einstein's Visit to Norway." I *Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century*, redigert av Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen. 65-82. Oslo: Novus Forlag, 2006.
- Kleeman, RD. "On the Direction of Motion of an Electron Ejected from an Atom by Ultra-Violet Light." *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character* 84, no. 568 (1910): 92-99.
- Klein, Martin J. "Paul Ehrenfest, Niels Bohr, and Albert Einstein: Colleagues and Friends." *Physics in Perspective (PIP)* 12, no. 3 (2010): 307-37.
- Kragh, Helge. "The Reception of the New Physics among Norwegian Physicists." I *Perspectives on Scandinavian Science in the Early Twentieth Century*, redigert av Reinhard Siegmund-Schultze og Henrik Kragh Sørensen. 25-45. Oslo: Novus Forlag, 2006.
- Kragh, Helge. "The Spectrum of the Aurora Borealis: From Enigma to Laboratory Science." *Historical Studies in the Natural Sciences* 39, no. 4 (2009): 377-417.
- Krogness, Ole, og Lars Vegard. "Höhenbestimmungen Des Nordlichts an Dem Halddeobservatorium Von Oktober 1912 Bis Anfang Januar 1913." *Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-naturv. Klasse* 1914, no. II (1914): 1-30.
- Krogness, Ole og Lars Vegard. "The Position in Space of the Aurora Borealis." *Geofys. Pub.* 1, no. 1 (1920): 1-172.
- Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Third ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.
- Kvifte, Gotfred. "Lars Vegard 3. Februar 1880 - 21. Desember 1963 in Memoriam." *Fra Fysikkens Verden* 26, no. 1 (1964): 1-4.
- Latour, Bruno. *Science in Action*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.
- Livingstone, David N. *Putting Science in Its Place: Geographies of Scientific Knowledge*. Chicago: University of Chicago press, 2003.
- Niels Bohr Arkivet. Niels Bohr Instituttet. København.

- Nye, Mary Jo. *The Question of the Atom: From the Karlsruhe Congress to the First Solvay Conference, 1860-1911 : A Compilation of Primary Sources*. Los Angeles: Tomash Publishers, 1984.
- Ore, Aadne, og Ove Aarboe Hoeg. "Det Matematisk-Naturvitenskapelige Fakultet." I *Universitetet i Oslo 1811-1961*. 475-701. Oslo: Universitetsforlaget, 1961.
- The Papers of William Henry Bragg. Royal Institution of Great Britain. London.
- Polanyi, Michael. *The Tacit Dimension*. London: Routledge & Kegan Paul, 1967.
- Schjølberg, Rune. "Sløs energi ei, nyttiggjør den!: Wilhelm Ostwalds energetiske Weltanschauung og naturalismens svanesang." Hovedoppgave, Universitetet i Oslo, 2005.
- The Scientific Correspondence of Ha Lorentz*. redigert av A.J. Kox Berlin: Springer Verlag, 2008.
- Stark, Johannes. "Antwort an Hrn. A. Einstein." *Annalen der Physik* 344, no. 12 (1912): 496-96.
- Stark, Johannes. "Bemerkung Zu Der Mitteilung Des Hrn. Vegard" Über Die Lichterregung Bei Den Kanalstrahlen „," *Annalen der Physik* 357, no. 5 (1917): 478-82.
- Stark, Johannes. "Bemerkung Zu Vorstehender Arbeit Des Hrn. L. Vegard." *Annalen der Physik* 345, no. 4 (1913): 735-35.
- Stark, Johannes. "Das Nordlichtspektrum Ein Spektrum Positiver Strahlen." *Annalen der Physik* 359, no. 24 (1917): 598-614.
- Stark, Johannes. "Die Geschwindigkeit Der Nordlichtstrahlen." *Naturwissenschaften* 6, no. 27 (1918): 397-400.
- Stark, Johannes. "Über Die Lichtemission Der Kanalstrahlen in Wasserstoff." *Annalen der Physik* 326, no. 13 (1906): 401-56.
- Stark, Johannes. "Über Die Natur Der Nordlichtstrahlen." *Naturwissenschaften* 6, no. 13 (1918): 145-47.
- Stark, Johannes. "Zur Diskussion Über Die Intensitätsverteilung Im Kanalstrahlenspektrum." *Annalen der Physik* 344, no. 16 (1912): 1185-200.
- Strømholm, Per. "Norsk vitenskapshistorie - En bibliografi for naturvitenskap." Norges almenvitenskapelige forskningsråd, 1975.
- Studentene Fra 1899: Biografiske oplysninger samlet til 25-Aars-Jubilæum*. Kristiania: Grøndahl & Søns Boktrykkeri, 1924.
- Thomson, J.J. *Conduction of Electricity through Gases*. Cambridge: Cambridge University press, 1903.
- Thomson, J.J. "On the Theory of the Conduction of Electricity through Gases by Charged Ions." *Philosophical Magazine* 47 (1899): 253-68.
- Thomson Papers. Manuscripts Reading Room. Cambridge University Library.
- Tutton, A. E. H. *Crystallography and Practical Crystal Measurement*. second ed. Vol. II. Physical and Chemical, London: MacMillan and Co., 1922.
- Vegard, Lars. "Alpha-Rays and Comet's Tails." *Archiv for matematik og naturvidenskab* 31, no. 13 (1911).
- Vegard, Lars. "Antwort an Herrn J. Stark." *Annalen der Physik* 358, no. 15 (1918): 569-73.
- Vegard, Lars. "Beiträge Zur Theorie Der Lösungen." *Videnskaps-Selskabets Skrifter. I. Math.-Naturv. Klasse*, no. 8 (1906): 1-27.
- Vegard, Lars. "Dosent Dr. Olaf Edvin Frivold. In Memoriam." *Fra Fysikkens Verden* 6 (1944): 129-32.
- Vegard, Lars. "An Experiment on Ionisation with γ Rays." *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* XV. Part II (1909).

- Vegard, Lars. "Krystalanalyse ved røntgenstråler." I *Forhandlinger ved De skandinaviske naturforskere 16. møte i Kristiania den 10.-15. juli 1916*, 141-61. Kristiania: A.W. Brøggers boktrykkeri, 1918.
- Vegard, Lars. "L'influence Du Sol Sur La Glaciation Au Spitsberg." *Videnskapsselskabets Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse* 1912, no. 3 (1912).
- Vegard, Lars. "Lichterzeugung Durch Kanalstrahlen Von Stickstoff Und Sauerstoff." *Annalen der Physik* 346, no. 8 (1913): 625-42.
- Vegard, Lars. "Molekylernes Størrelse." *Tidsskrift for kemi, farmaci og terapi (Pharmacia)* (1910): 1-13.
- Vegard, Lars. "Nordlichtuntersuchungen. Über Die Physikalische Natur Der Kosmischen Strahlen, Die Das Nordlicht Hervorrufen." *Annalen der Physik* 355, no. 16 (1916): 853-900.
- Vegard, Lars. "Ole Krogness and His Work." *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* 39, no. 4 (1934): 347-50.
- Vegard, Lars. "On the Alpha-Ray Theory of Aurora Borealis." *Nature* 87, no. 2181 (1911): 213-14.
- Vegard, Lars. "On the Alpha-Ray Theory of Aurora Borealis." *Archiv for matematik og naturvidenskab* 31, no. 9 (1910): 1-9.
- Vegard, Lars. "On the Electric Absorption of Gases in Vacuum-Tubes. To the Editors of the Philosophical Magazine." *Philosophical Magazine* 32 (1916): 239-42.
- Vegard, Lars. "On the Electric Discharge through the Gases Hcl, Hbr, and Hi." *Philosophical Magazine Series 6* 18, no. 106 (1909): 465 - 83.
- Vegard, Lars. "On the Free Pressure in Osmosis." *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society XV* (1908): 13-23.
- Vegard, Lars. "On the Polarisation of X-Rays Compared with Their Power of Exciting High Velocity Cathode Rays." *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character* 83, no. 564 (1910): 379-93.
- Vegard, Lars. "On the Properties of Rays Producing Aurora Borealis." *Philosophical Magazine* 23 (1912): 211-37.
- Vegard, Lars. "On the Properties of the Radiation Producing Aurora Borealis." *Archiv for matematik og naturvidenskab* 31, no. 6 (1910): 1-12.
- Vegard, Lars. "On the X-Ray Spectra and the Constitution of the Atom." *Philosophical Magazine* 37 (1919): 237-80.
- Vegard, Lars. "Photographische Aufnahmen Des Nordlichtspektrums Mit Einem Spectrographen Von Grosser Dispersion." *Physikalische Zeitschrift* 14 (1913): 677-81.
- Lars Vegard. *Positive stråler*. Særtrykk Av Tidsskrift for Kemi, Farmaci Og Terapi (Pharmacia), Nr 8, 9 Og 10, 1913. Kristiania: Aschehoug, 1913.
- Vegard, Lars. "Professor Kr. Birkeland." *Særtrykk av Teknisk Ukeblad*, no. Nr. 16 (1917): 1-5.
- Vegard, Lars. "The Radiation Producing Aurora Borealis." *Nature* 86, no. 2163 (1911): 212-13.
- Vegard, Lars. "Remarks Regarding the Series Spectrum of Hydrogen and the Constitution of the Atom." *Philosophical Magazine* 29 (1915): 651-55.
- Vegard, Lars. "Researches Upon Osmosis and Osmotic Pressure." *Philosophical Magazine XVI*, no. 92 (1908): 247-71.
- Vegard, Lars. "Results of Crystal Analysis." *Philosophical Magazine* 32 (1916): 65-96.
- Vegard, Lars. "Røntgenstråler og atomstruktur." *Naturen*, no. januar-februar (1915).
- Vegard, Lars. "Røntgenstrålerne og deres betydning for fysiken." *Naturen* juli - august (1921): 210-29.

- Vegard, Lars. *Stoffets opbygning og atomenes indre*. Kristiania: Olaf Norlis Forlag, 1924.
- Vegard, Lars. "Untersuchungen Über Die Intensitätsverhältnisse Der Serienlinien Des Wasserstoffs." In *Separat-Abdruck Aus Den Sitzungsberichten Der Physikal.-Med Gesellschaft Zu Würzburg*, redigert av Curt Kabitzsch. Würzburg: A. Stubers Verlag, 1912.
- Vegard, Lars. "Veien til kunnskap om naturen." I *Naturvitenskapelig Erkjennelse Og Vår Livsinnstilling*, redigert av Lars Vegard og Kristine Bonnevie. Oslo: J.M. Stenersens forlag, 1939.
- Vegard, Lars. "W. Wien." *Tidsskrift for kemi, farmaci og terepi (Pharmacia)*, no. 4 (1912).
- Vegard, Lars. "The X-Ray Spectra and the Constitution of the Atom." *Philosophical Magazine* 35 (1918): 293-80.
- Vegard, Lars. "Über Die Elektrische Absorption in Entladungsröhren." *Videnskaps-Selskabets Skrifter. I. Math.-Naturv. Klasse*, no. 13 (1913): 1-30.
- Vegard, Lars. "Über Die Elektrische Absorption in Entladungsröhren." *Annalen der Physik* 355, no. 15 (1916): 769-95.
- Vegard, Lars. "Über Die Lichterregung Bei Den Kanalstrahlen." *Annalen der Physik* 357, no. 1 (1917): 72-100.
- Vegard, Lars. "Über Die Lichterzeugung in Glimmlicht Und Kanalstrahlen." *Annalen der Physik* 344, no. 11 (1912): 111-69.
- Vegard, Lars. "Zur Frage Der Lichterzeugung Durch Kanalstrahlen." *Annalen der Physik* 345, no. 4 (1913): 711-34.
- Vegard, Lars, og Ole Krogness. "Die Höhe Des Nordlichts Vermittelst Parallaktischer Aufnahmen an Dem Haldde Observatorium." *Annalen der Physik* 356, no. 21 (1916): 495-502.
- Vegard, Lars, og Harald Schjelderup. "Die Konstitution Der Mischkristalle." *Physikalische Zeitschrift* 18 (1917): 93-96.
- Vegard, Lars og Harald Schjelderup. "Die Kristallstruktur Der Alaune Und Die Rolle Des Kristallwassers." *Annalen der Physik* 359, no. 18 (1917): 146-64.
- "Vidnesbyrd om bestaaet Middelskole-Examen." Risør: Risør kommunale middelskole, 1897.
- "Vidnesbyrd om bestaaet Real Examen Artium." Kristiania: Gjertsens skole for den høiere almindannelse, 1899.
- von Laue, Max. "Concerning the Detection of X-Ray Interferences." I *Nobel Lectures in Physics (1901-1921)*. 347-56. Singapore: World Scientific Publishing, 1998.
- Wolff, Stefan L. "Physicists in the "Krieg Der Geister": Wilhelm Wien's "Proclamation"." *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 33, no. 2 (2003): 337-68.

Vedlegg 1

Vegards brev til J. J. Thomson

Physical Institute
Christiania 8/7 1910

Dear Sir Joseph.

I take the liberty of sending you a paper containing the results of the experiments on electric absorption, which I made during the last term I stayed at the Cavendish. The paper has not been finished until now on account of other duties, which I have had in connection with a position as a demonstrator of physics which I got at the beginning of this year.

If possible I should like to have the papers communicated to the Roy. Soc. Or to the Phil. Mag., whichever you might find the most proper.

Up to the present I have not been able to do much research here in Christiania, but I have now got up a fairly good equipment for electrical work, and I am going to start experiments on certain points which are suggested by the present investigation. Especially I think it will be of interest to follow up the connection between absorption and disintegration.

There is also another matter which I want to put before you.

Recently there has been appointed a committee consisting of university professors and other university men, with the object of getting men of science from other countries to give lectures at our University. We thought of having a series of three or four lectures which might have some common interest and given in a somewhat popular form. Being a member of the committee I have promised to ask you whether you, provided circumstances were fashionable, might be willing to come to us and give three or four lectures on some subject concerning recent advancement in natural philosophy e.g. modern ideas of the structure of matter, or a similar subject.

Our autumn term begins on the second of September so we have thought the best time of the year would be about the middle of September while we have still summer here.

This year Professor Harnack from Berlin is going to give lectures here.²⁴⁶

The time for your lectures and further arrangements would eventually be a matter of

²⁴⁶ Det er her mest sannsynlig snakk om teologen Adolf von Harnack (1851-1930).

further communication with the committee.

Will you give my kind regards to Lady Thomson.

Yours faithfully

L. Vegard.

Address:

Physical Institute

University Christiania

Norway.

Vedlegg 2

Vegards brev til William Bragg

Lelionlein Str. 8.
Würzburg 26/6 1912

Dear Professor Bragg.

During my stay in Germany this last year I have occasionally had the opportunity of discussing the Röntgen-ray problem. The current idea here is, that they are ether pulses, and by several occasions I have attempted to put forward the difficulties involved in the wave theory, and which I think at present no one has been able to overcome by means of mechanically intelligible conceptions.

Recently, however, certain new curious properties of X-rays have been discovered by Dr. Laue in Munich. As I thought the matter would interest you I asked Dr. Laue, who gave an account of his discoveries here at Würzburg, to give me a copy of one of his photographs to send to you.

Without entering into any special conception as to the nature of the phenomenon, it may be described in the following way:

A narrow pencil of primary X-rays is made to pass through a Crystal (C) and then to fall upon a photographic plate (P). Without Crystal he gets a single black spot, when the crystal is introduced, however, a most curious "scattering" of the primary beam takes place. He gets a number of very sharp regularly arranged ray-bundles surrounding the primary beam. Absorption by Aluminium has shown that the rays producing the surrounding spots have a penetrating power very much greater than that of the main bulk of primary X-radiation and very much greater than that of the radiation characteristic of the anticathode. The effect is obtained by crystals of "Zinkblende" and Copper sulphate. The crystals are cut as plane parallel plates with the planes perpendicular to the principal symmetriaxis of the crystal, and the rays must pass as exactly as possibly along this axis. The plates may be many mm thick.

Regarding the explanation, Laue thinks that the effect is due to diffraction of the röntgen rays by the regular structure of the crystal, which should form a kind of grating with a grating constant of the order 10^{-8} cm corresponding to the supposed wavelength of röntgen

rays. He is, however, at present unable to explain the phenomenon in its details, and there are several difficulties from the diffraction point of view. Let me call attention to the following:

- 1) According to Laue the diffraction in a grating with regularities in three dimensions is most complicated and there is on scale a grating a very little chance that a maximum may occur.
- 2) The deviated spots seems to be much more distinct than should be expected, when the points were due to diffraction. It is also very difficult to understand how the scattered points can be smaller than the middle point due to the primary rays.
- 3) It is not easily understood how by diffraction a heterogeneous beam can give such sharp maxima – and sharp maxima only. If the scattered rays are at all due to diffraction it must be from some homogenous group of rays which are mixed up with the primary ones.

On the other hand as the scattered ray bundles – according to Laue are made up of very penetrating rays it is not easy to see how the corpuscular theory of röntgen-rays can explain the scattering into such sharp bundles of parallel rays. If the rays were very soft, it might be possible that the scattered bundles might be due to structures in the crystal but such an explanation seems hardly possible for so very penetrating rays.

As you will see, the matter is not put clear and it is necessary to wait for further investigations. (The first publication by Laue will appear in *Berichte der Münchener Akademie*) But whatever the explanation may be, it seems to be an effect of a most fundamental nature.

Since we met at Portsmouth I have been for some weeks in Paris, and from the beginning of october I have been working by Professor W. Wien at Würzburg. I have made some work on Light emission of positive rays (Kanalshackles). The results will appear in a paper I have sent to *Ann. d. Phys.*

I am staying here for about five weeks more, then I am going back to Norway, and hope to enjoy a little holiday in the country before I am taking up work for the next term.

Give my kind regards to Mrs. Bragg, and if Mr. Campbel is still at Leeds will you kindly remember me to him.

Yours sincerely
L. Vegard

Vedlegg 3

Wilhelm Wiens brev til Vegard

Den 1. März 1915

Herrn Professor V e g a r d, K r i s t i a n i a,

Physikalisches Institut der Universität

Sehr geerter Herr Kollege!

Ich danke Ihnen bestens für die Übersendung des Briefes von Bragg. Bragg ist eine außergewöhnlich sympatische Persönlichkeit und es tut mir außerordentlich leid, daß unsere persönlichen Beziehungen wohl für lange Zeit unterbrochen sind. Daß Sie zwischen beiden Lagern stehen, ist mir vollkommen verständlich, nachdem Sie sowohl in England als auch in Deutschland so lange Zeit zugebracht haben. Erst nach dem Kriege werden Sie ein geschichtlich klares Urteil über die politischen Verhältnisse, die zu diesem Kriege geführt haben, gewinnen. Vorläufig sind noch die politischen Leidenschaften zu sehr erhitzt, als daß eine objektive Betrachtung auch für Sie möglich wäre, da die Nachrichten, die Sie von beiden Seiten erhalten, jedenfalls sehr wenig übereinstimmen. Wir merken hier von Kriege nur soviel, daß man mehr Militär sieht als in Friedenszeiten. Alle Gerüchte von Hungersnot, Finanznot, Unruhen sind reine Erfindungen der englischen Zeitungen.

Ich würde sehr gern etwas von Ihren wissenschaftlichen Arbeiten hören. Sie waren in England und werden wohl, wie ich annehme, auch dort etwas gearbeitet haben. Es würde mich sehr interessieren zu erfahren, ob Sie Ihre spektroskopischen Untersuchungen fortsetzen.

Mit besten Grüßen